

A2.3
C25



SPORT BIOMEXANIKASI



**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI MADANIYAT VA SPORT ISHLARI
VAZIRLIGI**

O'ZBEKISTON DAVLAT JISMONIY TARBIYA INSTITUTI

SPORT BIOMEXANIKASI

Toshkent - 2009

Mualliflar:

Allamuratov Sh.I. - biologiya fanlari doktori, dotsent;

Nurmuxamedov A.M. - fizika-matematika fanlari nomzodi, dotsent.

Taqrizchilar:

Kerimov F.A. - pedagogika fanlari doktori, professor;

Usmonxo'jayev T.S. - pedagogika fanlari doktori, professor.

Darslik jismoniy tarbiya instituti, oliy o'quv yurtlarining jismoniy tarbiya fakultetlari talabalari, magistrantlari, aspirantlar hamda murabbiylar va soha mutaxassislari uchun mo'ljallangan.

Mazkur darslik O'zbekiston Davlat jismoniy tarbiya instituti qoshidagi oliy o'quv yurtlararo ilmiy-uslubiy kengashida muhokama qilingan va nashrga tavsiya etilgan.

© "Lider Press" nashriyoti, 2009 y.

KIRISH

Biomexanika faniga Aristotel va Galenning odam va hayvonlar harakatlarini tahlil qilishga bag'ishlangan ilmiy ishlarida ilk bor asos solingan.

Odam gavdasi tuzilishini (anatomiyasini) uning harakatlari bilan bog'liqligini o'rgangan Leonardo da Vinchi (1452-1519) biomexanikaga katta hissa qo'shgan. U, o'tirgan holatdan tik turish holatiga o'tish, tepalikka va pastlikka qarab yurish hamda sakrash paytida odam gavidasining mexanikasini tushuntirgan. R. Dekart (1596-1650) reflektor nazariyaga asos solgan, odamning sezgi a'zolariga ta'sir ko'rsatuvchi atrof-muhitning ma'lum bir omili, uning harakatlarini yuzaga kelishiga sababchi bo'lishi mumkinligini ko'rsatgan va erkin harakatlarning kelib chiqishini aynan shu bilan tushuntirgan.

Italiyalik olim (vrach, matematik, fizik) D. Borelli (1608-1679) "hayvonlarning harakatlari to'g'risidagi" kitobi bilan biomexanikaga fan sifatida asos solgan va rivojlanishiga katta ta'sir ko'rsatgan. D. Borelli odam organizmiga mashina sifatida qaragan va nafas olish, qonning harakatlanishi va mushaklarning ishlashini mexanika nuqtai nazari orqali tushuntirishga intilgan.

Biologik mexanika – biologik tizimlardagi mexanik harakatlar to'g'risidagi fan sifatida, mexanika tamoyillaridan o'zining metodik apparati sifatida foydalanadi.

Biomexanika – bu, biologiyaning bo'limi bo'lib, tirik to'qimalar, a'zolar va birbutun organizmning mexanik xususiyatlarini hamda ularda sodir bo'layotgan mexanik hodisalarni (harakat, nafas olish paytida va h.k.) o'rganadi. Bu fan, nazariy va amaliy mexanikaning usullaridan foydalangan holda gavda tarkibiy elementlarining deformatsiyasini, tirik organizmdagi suyuqliklar va gazlarning oqimini, gavda qismlarining fazodagi harakatlarini, umuman harakatlarning mustahkamligi va boshqarilishini hamda ushbu usul qo'llanishi mumkin bo'lgan boshqa masalalarni tatqiq qiladi. Bunday tatqiqotlar asosida a'zolar va organizm tizimlarining biomexanik tavsiflarini tuzish mumkin bo'ladi, ularni bilish, boshqarish jarayonlarini o'rganish uchun muhim ahamiyat kasb etadi.

Biomexanika sohasidagi asosiy tatqiqotlar odam va hayvonlarning harakatlarini o'rganish bilan bog'liq bo'lgan. Hozirgi vaqtda, ushbu fanning ishlatilish sohasi progressiv ravishda kengaymoqda, u nafas olish tizimini, qon aylanish tizimini, ixtisoslashgan retseptorlarni va hokazolarni o'rganishni ham qamrab olmoqda.

Mavjud adabiyotlarda ko'krak qafasining elastik va noelastik qarshilik ko'rsatishini, nafas olish yo'llari orqali gazlarning harakatlanishini o'rganish paytida qiziqarli ma'lumotlar

olinganligi qayd qilingan. Organizmda, o'rab turgan muhit mexanikasi pozitsiyasidan kelib chiqib, qonning harakatlanishini tahlil qilishga umumlashtirilgan holda yondoshishga harakat qilinmoqda, xususan, qon tomiri devorlarining qayishqoqligi o'rganilmoqda. Mexanika nuqtai nazaridan qon tomirlari tizimining tarkibiy tuzilmasi, o'zining transport funksiyalarini bajarishi uchun optimal ekanligi isbotlangan. Odam organizmi to'qimalarining ko'pchiligini o'ziga xos deformatsion xususiyatlari to'g'risida olingan ma'lumotlar ayrim amaliy muammolarni echishga yordam bermoqda. Bu sohadagi bilimlar, xususan, ichki protezlar (klapanlar, sun'iy yurak, qon tomirlar va b.) yaratishda foydalanilmoqda. Odam harakatlarini o'rganishda, qattiq jismlar mumtoz mexanikasi, ayniqsa unumli ishlatilmoqda. Biomexanika fanida, harakatlarni o'rganish paytida antropometriya, anatomiya, asab va mushak tizimlari fiziologiyasi, biologiyaning boshqa sohalari ma'lumotlaridan keng foydalaniladi.

Asab-mushak tizimiga ta'sir ko'rsatuvchi boshqaruv xilma xil bo'lishiga qaramasdan, bu tizim: o'ta mustahkam va kompensator imkoniyatlari keng; har doim bir xil harakatlarning standart majmuasini ko'p marta qaytarish (sinergiya) qobiliyatigagina emas, balki ma'lum bir maqsadlarga erishish uchun yo'naltirilgan standart ixtiyoriy harakatlarni bajarish qobiliyatiga ham ega; kerakli harakatlarni tashkillashtirish va faol o'rganish qobiliyati bilan birga, tez o'zgaruvchan tashqi muhitga va organizmning ichki muhitiga moslashish qobiliyatiga ega; o'rganib qolgan harakatlarini mavjud sharoitlardan kelib chiqqan holda o'zgartirish qobiliyatiga ega. Bunday variativlik nafaqat passiv xarakterga ega, balki qo'yilgan vazifani asab tizimi tomonidan eng yaxshi echimini topishga erishilganda, u faol izlanishi ham mumkin. Asab tizimining bunday xususiyatlari, sensor afferentatsiya hosil qiladigan qaytar aloqa yo'llari bo'yicha keladigan harakatlar haqidagi axborotlarni qayta ishlashi tufayli ta'minlanadi. Asab-mushak tizimining faoliyati harakatlarning vaqt birligidagi hamda kinematik va dinamik tuzilmalarida aks etadi. Shu tufayli, mexanikani kuzatish orqali harakatlarni boshqarish va ularning buzilishi to'g'risida axborot olish imkoniyati paydo bo'ladi. Bunday imkoniyatdan kasalliklarni tashxis qilishda, ayniqsa, nogironlar, sportchilar, kosmonavlarning (va boshqa qator holatlarda) harakat ko'nikmalarini va o'rganishlarini maxsus testlar yordamida nazorat qilish paytida keng foydalaniladi.

Biomexanika ham, boshqa bilim sohalari kabi birlamchi aniqliklar, tushunchalar va gipotezalarning ma'lum bir to'plamidan foydalanadi. Bir tomondan, matematika, fizika va umumiy mexanikaning fundamental aniqliklari ishlatiladi. Ikkinchi tomondan, biomexanika eksperimental tatqiqotlar ma'lumotlariga asoslanadi, ulardan muhimlari quyidagilar

hisoblanadi: odam harakat faoliyatining har xil turlarini baholash, ularni boshqarish; biomexanik tizimlarning xususiyatlarini turli xil usullardagi deformatsiyasi paytida aniqlash; tibbiy-biologik vazifalarni echish paytida olingan natijalar.

Sport biomexanikasi, o'quv fani sifatida, jismoniy mashq bajarish jarayonidagi, musobaqa paytidagi odamning harakatlarini o'rganish bilan birga, alohida sport snaryadlarining harakatlanishlarini ham o'rganadi. Zamonaviy jismoniy tarbiya va sportda odamning tayanch-harakat apparati to'qimalari, a'zolar va to'qimalarning ko'p marta qaytariladigan jismoniy mashq yuklamalariga nisbatan mexanik mustahkamligi va chidamliligiga juda katta e'tibor beriladi. Bu masala, ayniqsa, ekstremal sharoitlarda (o'rtacha yuqori tog' zonasida, yuqori namlikda, past va yuqori haroratda, gipotermiyada, bioritmlar o'zgarganda) jismoniy mashq qilish paytida odam gavdasining tuzilishi, yoshi, jinsi va funksional holatini hisobga olinishi zarurligi bilan muhimdir. Bu ma'lumotlarning barchasi, u yoki bu mashqlarni bajarishda va trenirovka tizimlarining metodikasi va texnikasini takomillashtirishda ishlatilishi mumkin.

Mamlakatimizning mustaqilligi davrida sport va ayniqsa, yuksak ko'rsatkichlar sportining rivojlanishiga bo'lgan e'tiborning kuchayganligi, biomexanikani sport natijalarini yaxshilashdagi rolini yanada oshirmoqda.

Biomexanika, o'quv predmeti sifatida bir nechta rollarni bajaradi: 1) uning yordamida, talaba muhim fizika-matematika tushunchalari doirasidan xabardor bo'ladi. Bu tushunchalar tezlikni, deqsinish burchagini, gavda massasini, umumiy og'irlik markazining joylashishini hisob-kitob qilishda hamda harakatlarni bajarish texnikasida umumiy og'irlik markazining rolini bilishda zarurdir; 2) ushbu fan sport amaliyotida mustaqil qo'llaniladi, chunki uning tarkibidagi harakat faoliyati tizimi sportchining yoshi, jinsi, gavda massasi, qaddi-qomatini hisobga olgan holda murabbiylar, jismoniy tarbiya o'qituvchilari, davolovchi jismoniy tarbiya metodistlari va boshqalar uchun tavsiyalar ishlab chiqish imkonini beradi.

Biomexanika fanini o'rganish natijasida, talabalar jismoniy mashqlar texnikasini biomexanik nuqtai nazardan asoslashni o'rganadilar. Bu bilimlar, tirik dunyo fizikasining o'ziga xosligini, harakat faoliyatidagi harakatlarning mazmunini tushunishida tatqiqot usuli sifatida muhim ahamiyat kasb etadi.

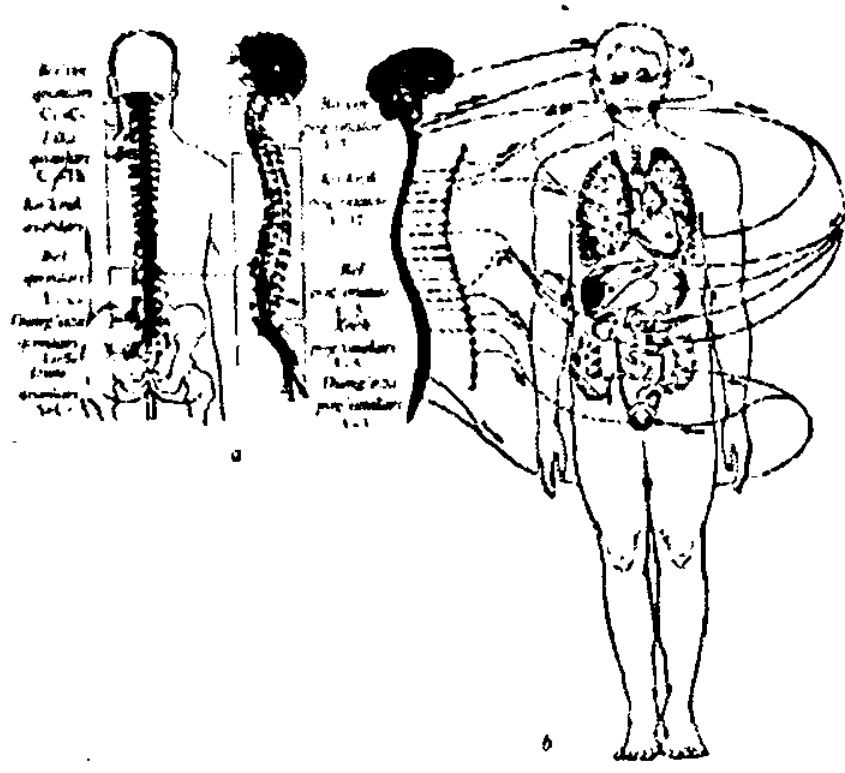
BOB I. ODAM GAVDASI TO'G' RISIDA UMUMIY TUSHUNCHALAR

1.1. O'qlar va yuzalar

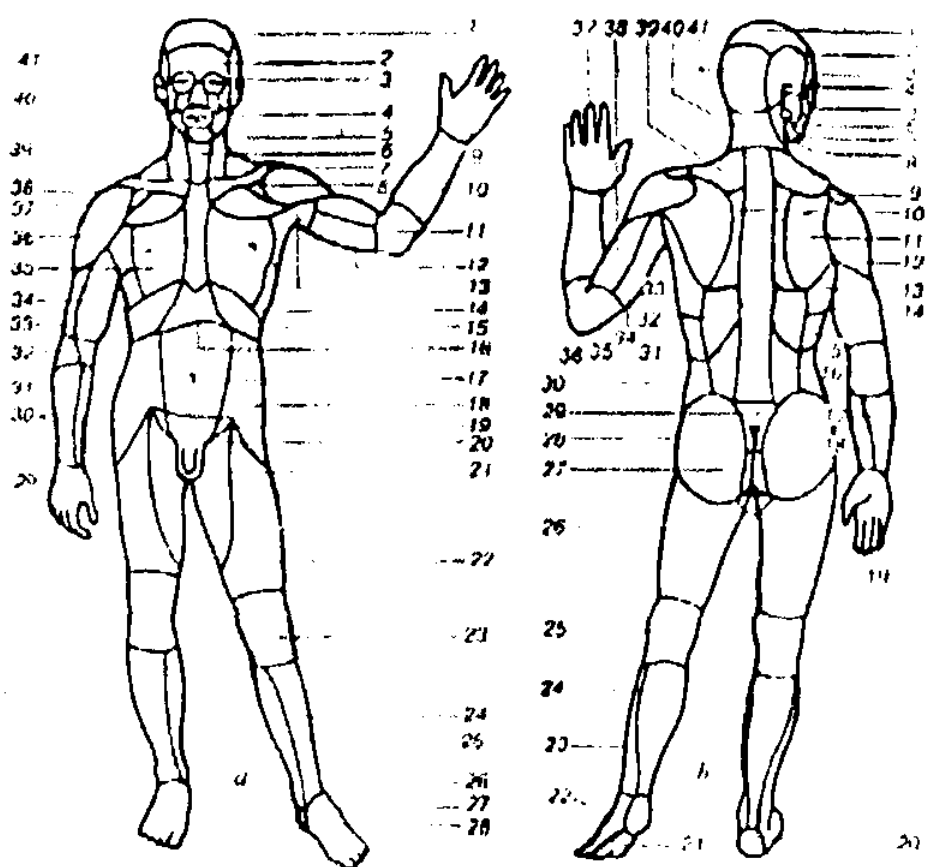
Mexanika nuqtai nazaridan, odamning gavdasi yuksak darajadagi murakkab ob'ekt sifatida qaraladi. U ikki qismdan, ya'ni qattiq (skelet) va deformatsiyalanuvchi bo'shliqlardan (mushaklar, tomirlar va b.) tashkil topgan. Deformatsiyalanuvchi bo'shliqlarda oquvchan va filtrlanuvchi muhitlar bo'lib, ular oddiy suyuqliklar xususiyatlariga ega emas.

Odam gavdasining tuzilishi ham barcha umurtqalilarga xos bo'lgan umumiy chegaralarga ega, ya'ni: ikki qutblilik (bosh va dum chegaralari); ikki tomonlama simmetriya, juft a'zolar ustunligi, o'qli skelet, segmentarlikning (metamerlik) ayrim (reliktali) belgilarini saqlanishi (rasm 1.1). Boshqa morfofunktsional xususiyatlariga quyidagilar kiradi: ko'pfunksiyali qo'llar; qator va tekis joylashgan tishlar; rivojlangan bosh miya; qaddini rostlab tik yurishi; uzoq muddat davom etadigan bolalik va boshqalar. Gavdaning har bir qismi ma'lum sohalarga ajratiladi, masalan bosh, bo'yin, tana, ikki juft qo'l va oyoqlar (rasm 1.2). Odam gavdasida ikkita chegara - bosh chanoq yoki kranial va dum yoki kaudal hamda to'rtta yuza - qorin yoki ventral, orqa yoki dorsal va ikkita yon yuza, ya'ni chap va o'ng biqinlar ajratiladi (rasm 1.3). Qo'l va oyoqlarda tanaga nisbatan ikkita chegara aniqlanadi: proksimal, ya'ni ancha yaqin va distal, ya'ni ancha uzoqlashgan (rasm 1.3).

Odam gavdasi, ikkita yonga ega simmetriya tipi bo'yicha tuzilgan va ichki skelet mavjudligi bilan xarakterlanadi. Gavdaning ichida metamerlar yoki segmentlarga ajralishlar kuzatiladi, ya'ni hosilalar tuzilishi va rivojlanishi bo'yicha bir xil bo'lib, ketma-ket tartibda gavdaning ko'ndalang o'qi yo'nalishida joylashgan (masalan, mushak, asab segmentlari, umurtqa pog'onalari va b.); markaziy asab tizimi tananing orqa yuzasiga, ovqat hazm qilish tizimi esa qorin yuzasiga yaqin joylashgan. Barcha sut emizuvchilar kabi, odamlarda ham sut bezlari bor va terisi tuklar bilan qoplangan, tana bo'shlig'i diafragma bilan ko'krak va qorin bo'limlariga ajratilgan (rasm 1.4).



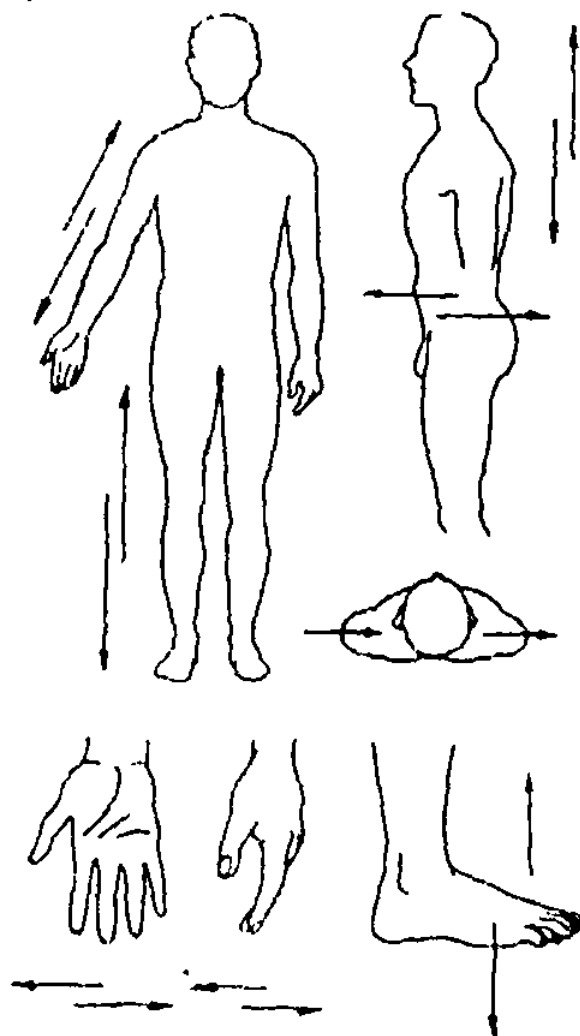
Rasm 1.1. Orqa miyani segmentar bo'linishi
 Miya ildizchalaridan birlashmalarning shakllanishi (a).
 A'zolar va funksional tizimlarni segmentar innervatsiyasi (b)



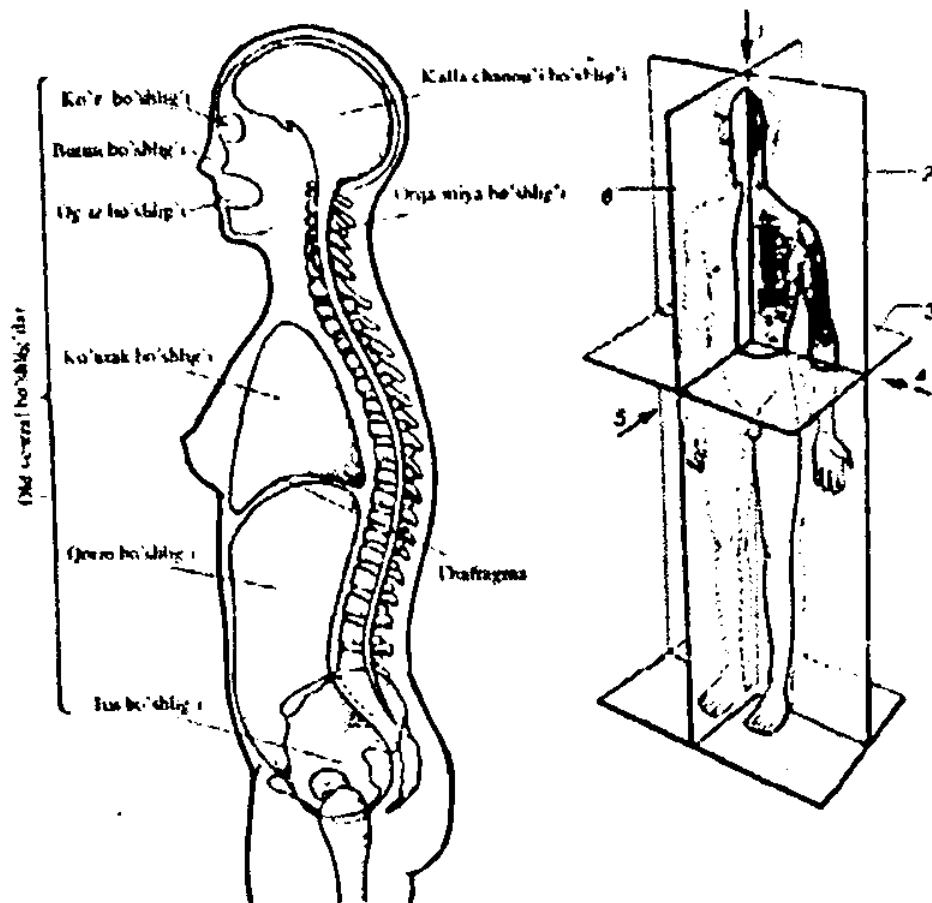
Rasm 1.2. Odam gavdasining sohalari:
 a - oldingi yuza: 1-*tepa* suyagi sohasi; 2-peshona sohasi; 3-ko'zyoshi suyagi sohasi; 4-og'iz sohasi; 5-iyak sohasi; 6-bo'yinning old sohasi; 7-bo'yinning lateral

sohasi; 8-o'mrov sohasi; 9-kaft; 10-bilakning oldingi sohasi; 11-oldingi tirsak sohasi; 12-elkaning orqa sohasi; 13-qo'lliq sohasi; 14-ko'krak sohasi; 15-qovurg'aosti soha; 16-qorin usti sohasi; 17-kindik sohasi; 18-qorinning yon sohasi; 19-but sohasi; 20-qov sohasi; 21-sonning medial sohasi; 22-sonning oldingi sohasi; 23-tizzaning oldingi sohasi; 24-boldirning oldingi sohasi; 25-boldirning orqa sohasi; 26-oldingi boldir-oshiq soha; 27-oyoq kafti ustining orqasi; 28-tovon sohasi; 29-kaftning orqasi; 30-bilak sohasi; 31-bilak sohasining orqasi; 32-orqa tirsak soha; 33-elkaning orqa sohasi; 34-bilak sohasining orqasi; 35-sut bezlari; 36-deltasimon soha; 37-o'mrov-ko'krak uchburchagi 38-o'mrovosti chiqurcha; 39-to'sh-o'mrov-so'rg'ichsimon soha; 40-burun sohasi; 41-chakka sohasi.

b - orqa yuza: 1-tepa suyagi sohasi; 2-chakka sohasi; 3-peshona sohasi; 4-ko'zyoshi suyagi sohasi; 5-iyak sohasi; 6-yanoq sohasi; 7-jag'osti uchburchagi; 8-to'sh-o'mrov-so'rg'ichsimon sohasi; 9-akromal soha; 10-kuraklararo soha; 11-kurak sohasi; 12-deltasimon soha; 13-ko'krak yon sohasi; 14-elkaning orqa sohasi; 15-qovurg'osti soha; 16-tirsakning orqa sohasi; 17-bilak sohasining orqasi; 18-bilak sohasining oldi; 19-kaft sohasi; 20-tovon soha; 21-oyoq kaftining ostki sohasi; 22-tovonning orqa sohasi; 23-boldirning oldingi sohasi; 24-boldirning orqa sohasi; 25-tizzaning orqa sohasi; 26-sonning orqa sohasi; 27-orqa chiqish sohasi; 28-dumba sohasi; 29-dung'aza sohasi; 30-qorinning yon sohasi; 31-bel sohasi; 32-kurakosti soha; 33-unurtqa sohasi; 34-elkaning orqa sohasi; 35-orqa tirsak soha; 36-bilak sohasining orqasi; 37-kaft orqasi; 38-elkaning oldingi sohasi; 39-kurakusti soha; 40-bo'yinning orqa sohasi; 41-ensa sohasi.



Rasm 1.3. Odam gavdasi qismlarining o'zaro holati



Rasm 1.4. Gavda bo'shliqlari

Rasm 1.5. Odam gavdasidagi o'qlar va yuzalarning sxemasi: 1-vertikal (uzunasiga joylashgan) o'q; 2-frontal yuza; 3-gorizontal yuza; 4-ko'ndalang o'q; 5-sagittal o'q; 6-sagittal yuza.

Gavda qismlarining o'zaro joylashishini yaxshiroq bilish uchun, uning ayrim asosiy yuzalari va yo'nalishlariga e'tibor beriladi (rasm 1.5). Odam vertikal ravishda tik turgan paytida, uning gavdasiga nisbatan "yuqorigi", "pastki", "oldingi", "orqa" deb nomlangan atamalar qo'llaniladi. Gavdani vertikal yo'nalishda ikkita simmetrik bo'laklarga bo'ladigan yuza - *o'rtta yuza* deb nomlanadi. Ushbu o'rtta yuzaga parallel bo'lgan yuzalar - *sagittal yuzalar* (lotin. *saggitta* - o'q) deb nomlanadi, ular gavdani o'ngdan chapga qarab joylashgan bo'laklarga ajratadi. O'rtta yuzaga perpendikulyar ravishda frontal, ya'ni peshonaga parallel yuzalar keladi, ular gavdani oldidan orqa sohasiga qarab joylashgan bo'laklarga ajratadi. O'rtta va frontal yuzalarga perpendikulyar ravishda *gorizontal* yoki *ko'ndalang yuzalar* o'tkaziladi, ular gavdani biri ikkinchisining ustida joylashgan bo'laklarga ajratadi. Sagittal (o'rtta yuzadan

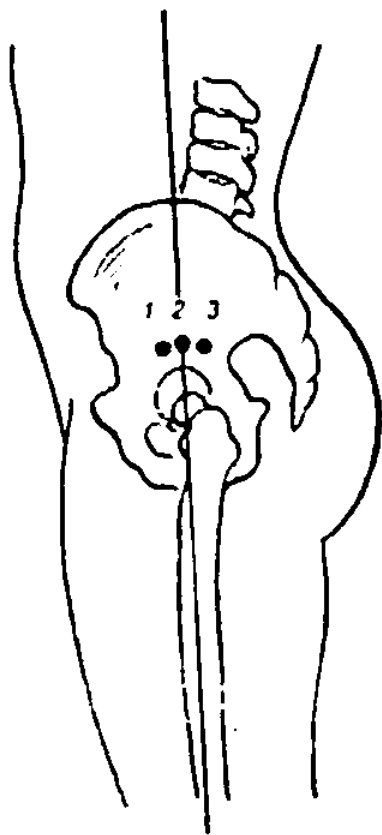
tashqari), frontal va gorizontal yuzalarni gavda yuzasining har qanday sathi orqali ko'p marta o'tkazish mumkin.

Gavda qismlarini, uning o'rta yuzasiga nisbatan belgilash uchun "*medial*" va "*lateral*" deb nomlangan atamalar qo'llaniladi: *medialis* - o'rta yuzaga yaqinroq joylashgan, *lateralis* - undan uzoqroq. Ushbu atamalar bilan "*ichki*" - *internus* va "*tashqi*" - *externus* atamalarni aralashtirib yubormaslik zarur, chunki bular faqat bo'shliqlarning devorlariga nisbatan qo'llaniladi. Shu bilan birga "*qorin*" *ventralis*, "*orqa*" - *dorsalis*, "*o'ng*" - *dexter*, "*chap*" - *sinister*, "*yuzaki*" - *superficialis*, "*chuqur*" - *profundus* kabi atamalar ham qo'llaniladi. Oyoq va qo'llardagi nisbatlarni belgilash uchun ularni tanaga birlashgan joyiga yaqin yoki uzoq joylashganiga qarab "*proximalis*" va "*distalis*" deb nomlangan atamalar qo'llaniladi. Ichki a'zolarning proeksiyalarini aniqlash uchun bir qator vertikal chiziqlar o'tkaziladi.

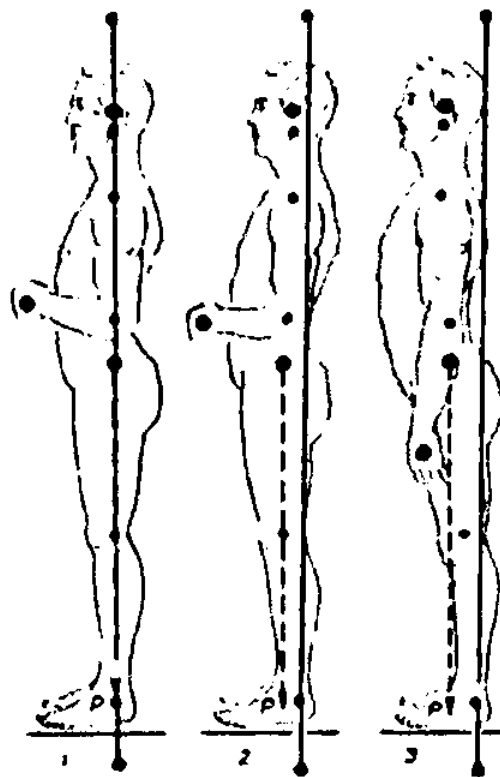
1.2. Odam gavidasining og'irlik markazlari

Odam oyoqlarining funksiyalari (ko'pchilik jismoniy mashqlardan tashqari) asosan tayanch (tik turish holati) va lokomotsiya (yurish, yugurish) bilan aniqlanadi. Ikkala holatda ham, oyoqlarning funksiyasiga (qo'llardan farqli o'laroq) gavidaning Umumiy Og'irlik Markazi (UOM) sezilarli darajada ta'sir ko'rsatadi (rasm 1.6).

Mexanikaning ko'pgina masalalarida, biron bir jismning massasiga, go'yoki u, bir nuqtada, ya'ni Og'irlik Markazida (OM) mujassamlangandek qarash qulay va bunga yo'l qo'yiladi. Odam jismoniy mashq bajarayotgan va tik holatda tinch turgan paytida uning gavidasiga ta'sir ko'rsatadigan kuchlarni tahlil qilish maqsadga muvofiq. Buning uchun, normal va patologik holatda (skolioz, koksartroz, DSP, oyoq amputatsiyasi va b.) odam gavidasining OM qaerda joylashganligini bilish zarur.



Rasm 1.6. Turli xil tik turish paytida umumiy og'irlik markazining joylashishi: 1-kuchlanganda; 2- antropometrik; 3-tinch holatda.



Rasm 1.7. Tik turgan paytidagi odam gavdasi holatlarining turlari: 1-antropometrik holat; 2-tinch holat; 3-kuchlangan holat. Markazidanuqtasi bor aylana: tos sohasida joylashgani - gavdaning umumiy og'irlik markazini; bosh sohasida joylashgani - boshning og'irlik markazini; kaft sohasida joylashgani - kaftning umumiy og'irlik markazini ko'rsatadi. qora nuqtalar - qo'l va oyoqlar bo'g'imlarining hamda atlanto-orqa bo'g'imlarining ko'ndalang o'qlarini ko'rsatadi.

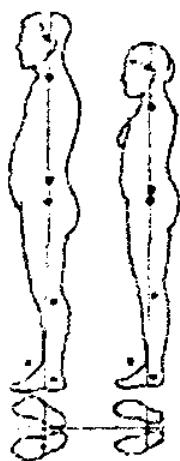
Umumiy biomexanikada gavda OM ning joylashishini, uning tayanch maydonidagi proeksiyasini hamda OM ning vektori bilan turli bo'g'inlar oralig'idagi joylashish nisbatini o'rganish muhim hisoblanadi (rasm 1.7). Bu, ayrim bo'g'inlar funksiyasini to'xtatish (blokirovka qilish) imkoniyatlarini o'rganishni, tayanch-harakat apparatidagi (THA) moslashuv, kompensator o'zgarishlarga baho berish imkoniyatini beradi.

Erkaklarda (yoshi kattalarda o'rtacha olingan) UOM umurtqa pog'onasi V bel segmentining oldingi-pastki qismidan 15 mm orqaroqda joylashgan. Ayollarda og'irlik markazi, umurtqa pog'onasi I hochsimon segmentining oldingi-pastki qismidan o'rtacha

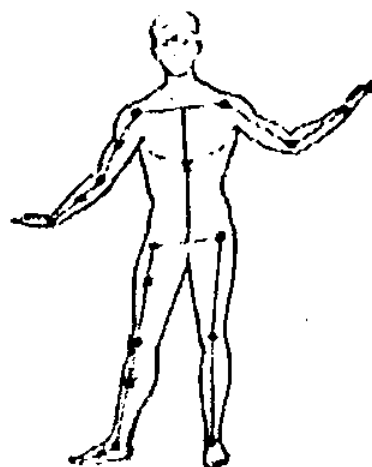
55 mm oldinroqda joylashgan (rasm 1.8). Frontal yuzada UOM o'ng tomonga salgina siljigan (erkaklarda 2,6 mm va ayollarda 1,3 mm), ya'ni o'ng oyoqqa, chap oyoqqa nisbatan ko'proq og'irlik tushadi.

Gavdaning umumiy og'irlik markazi, uning alohida qismlari og'irlik markazlari (parsial og'irlik markazlari) yig'indisidan iborat (rasm 1.9). Shuning uchun, gavda qismlari massasi harakatlangan va siljigan paytda umumiy og'irlik markazi ham siljiydi, lekin muvozanatni saqlash uchun uning proeksiyasi tayanch yuzasidan tashqariga chiqib ketmasligi kerak.

Har xil odamlarda UOM holatining balandligi bir qator omillarga bog'liq ravishda o'zgarib turadi. Bunday omillarga birinchi galda jinsi, yoshi, qaddi-qomati va boshqalar kiradi (rasm 1.10). Ayollar UOM erkaklarinikiga nisbatan bir muncha pastroq joylashgan (rasm 1.8 ga qarang). Yosh bolalarda, ilk davrlarda, gavdaning UOM kattalarnikiga nisbatan yuqoriroq joylashgan.

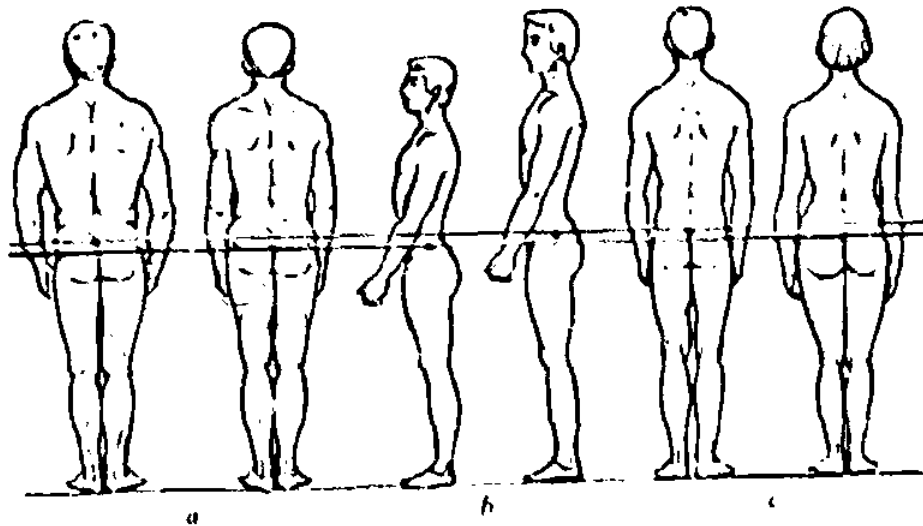


Rasm 1.8. Og'irlik markazining (OM) joylashishi:
a - erkaklarda; b - ayollarda.

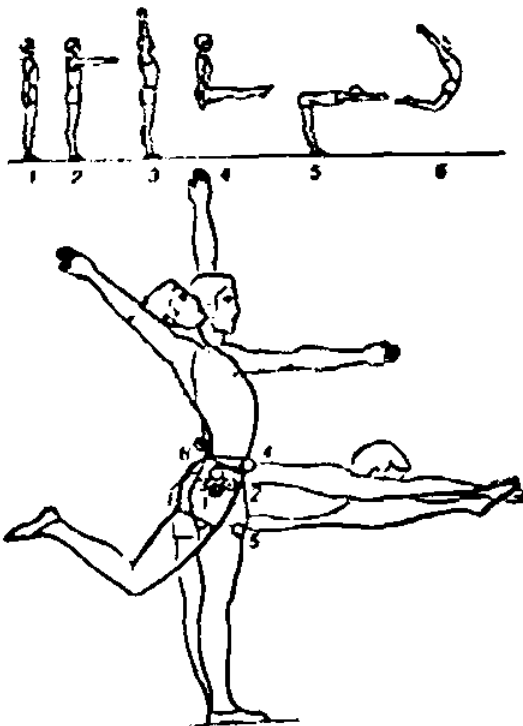


Rasm 1.9. Gavda alohida qismlari og'irlik markazlarining joylashishi

Gavda qismlarining o'zaro joylashishi o'zgargan paytda, uning UOM proeksiyasi ham o'zgaradi (rasm 1.11). Bunda gavdaning muvozanati ham o'zgaradi. Sport amaliyotida (mashqlar o'rganish va trenirovka paytida) va davolash gimnastikasini bajarishda bu masala juda muhim, chunki gavda muvozanati mustahkam bo'lganda kattaroq amplitudadagi harakatlarni bajarish mumkin.



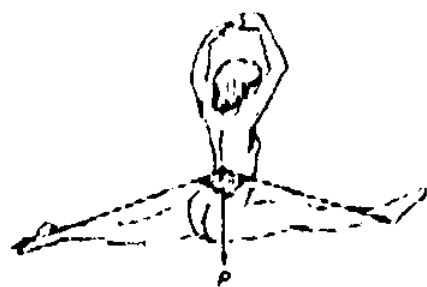
Rasm 1.10. Gavda umumiy og'irlik markazining holatlari:
 a - bo'yi bir xil, lekin gavda tuzilishlari har xil bo'lgan erkaklarda; b - bo'yi har xil erkaklarda; c - erkaklar va ayollarda



Rasm 1.11. Gavdani turli holatlarida umumiy og'irlik markazining joylashishi

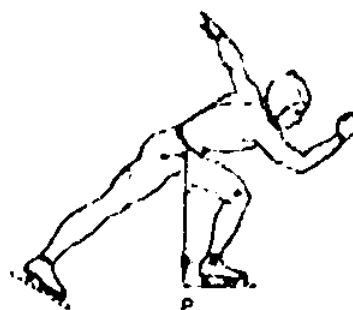
Gavda muvozanatining tayanch yuzasini kattaligi, gavda UOM joylashishining balandligi va tayanch yuzasining ichida UOM dan tushirilgan vertikalning o'tish joyi bilan aniqlanadi (rasmi 1.7 ga qarang). Tayanch maydoni qanchalik katta va gavdaning UOM qanchalik past joylashgan bo'lsa, gavdaning muvozanati shunchalik katta bo'ladi. U yoki bu holatdagi gavda muvozanati darajasining miqdoriy ifodasi – *muvozanat burchagi* (MB) hisoblanadi. *Muvozanat burchagi deb*, UOM dan tushirilgan vertikal va UOM dan tayanch maydonning chekkasiga o'tkazilgan to'g'ri chiziq hosil qilgan

burchakka aytiladi (rasm 1.12). Muvozanat burchagi qancha katta bo'lsa, gavda muvozanatining darajasi shunchalik katta bo'ladi.



Rasm 1.12. "Shpagat" mashqini bajarish paytidagi muvozanat burchaklari:

α – orqaga muvozanat burchagi;
 β – oldinga muvozanat burchagi;
 P – og'irlik kuchi (M.F. Ivaniskiy bo'yicha)



Rasm 1.13. Konki uchuvchisi tayanch oyog'ining tos-son, tizza va boldir-oshiq bo'g'imlarida aylanishlarning ko'ndalang o'qiga nisbatan og'irlik kuchi elkasi

Gavdaning UOM dan tushirilgan vertikal chiziq, bo'g'inlar aylanadigan o'qdan ma'lum bir masofada o'tadi. Shu tufayli, gavdaning har qanday holatida, og'irlik kuchi har bir bo'g'inga nisbatan ma'lum bir aylanish momentiga ega. Aylanish momenti, og'irlik kuchi kattaligini uning elkasiga ko'paytirilganiga teng. Og'irlik kuchining elkasi bo'lib, bo'g'in markazidan gavdaning UOM dan tushirilgan vertikal chiziqqa qarab tortilgan perpendikulyar hisoblanadi (rasm 1.13). Og'irlik kuchining elkasi qancha katta bo'lsa, uning bo'g'inga nisbatan aylanish momenti shunchalik katta bo'ladi.

Gavda qismlarining massasi turli usullar bilan aniqlanadi. Agar, har xil odamlarda gavda qismlarining absolyut massasi bir-biridan sezilarli farq qilsa, foizlarda ifodalangan nisbiy massa esa etarli darajada doimiydir (jadval 1.1).

Jadval 1.1

Gavda qismlarining massasi (nisbiy birliklarda)

Segmenti	Segmentning nisbiy massasi
Bosh	7%
Tana	43%
Elka	3%
Bilak sohasi	2%
Kaft	1%
Son (1)	12%
Boldir (1)	5%
Tovonlar	2%

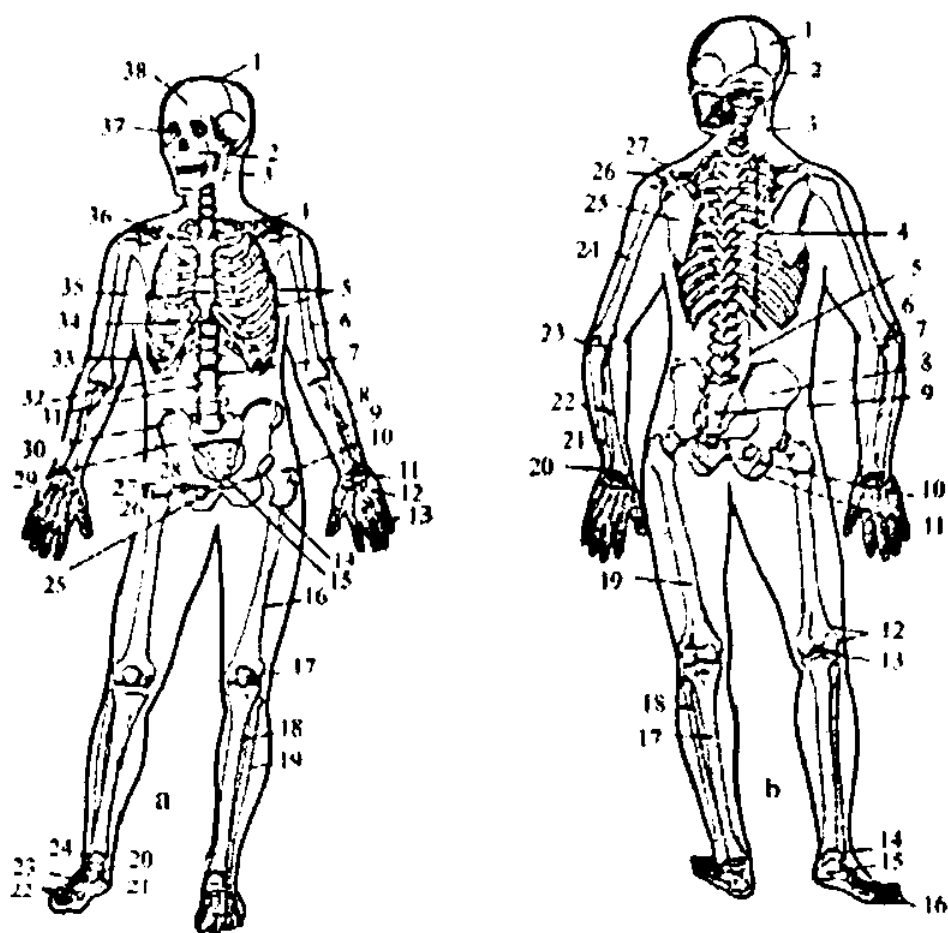
1.3. Organizm va uning a'zolari, a'zolar tizimi

Tirik organizm - murakkab, doimo o'zgarib turadigan, rivojlanadigan bir butun tizim bo'lib, atrof-muhit bilan doimiy aloqada bo'ladi va u bilan uzluksiz birlikni hosil qiladi.

Organizm – bu, tirik mavjudot bo'lib, uning asosiy xususiyatlari quyidagilar hisoblanadi: doimiy ravishda moddalar va energiyaning almashinuvi (o'zining ichida va atrof-muhit bilan); o'z-o'zini yangilash; harakat qilish; qo'zg'aluvchanlik va reaktivlik; o'z-o'zini boshqarish; o'sish va rivojlanish; nasliylik va o'zgaruvchanlik; yashash sharoitlariga moslashish. Organizm qanchalik murakkab tuzilgan bo'lsa (odam va yuksak hayvonlar), uning ichki muhiti turg'unligi - gomeostaz holatining (tana harorati, qonining biokimyoviy tarkibi, va b.), tashqi muhit sharoitlari o'zgarishiga qaramasdan, saqlanish imkoniyati katta bo'ladi.

A'zo deb, bitta yoki bir nechta funksiyalarni bajaruvchi, organizmning alohida qismiga (jigar, buyrak, yurak va b.) aytiladi. A'zoning hosil bo'lishida tuzilishi va fiziologik roli bo'yicha turlicha bo'lgan to'qimalar ishtirok etadi. Bir xil a'zolar (jigar, me'daosti bezi va b.) murakkab tuzilishga ega bo'lib, ularning har bir komponenti o'z funksiyasini bajaradi. Boshqa holatlarda, u yoki bu a'zoni (yurak, qalqonsimon bez, buyrak, bachadon va b.) tashkil qiladigan hujayra tuzilmalari yagona murakkab funksiyalarni (qon aylanishi, siydik ajratilishi va b.) bajarishga bo'ysindirilgan.

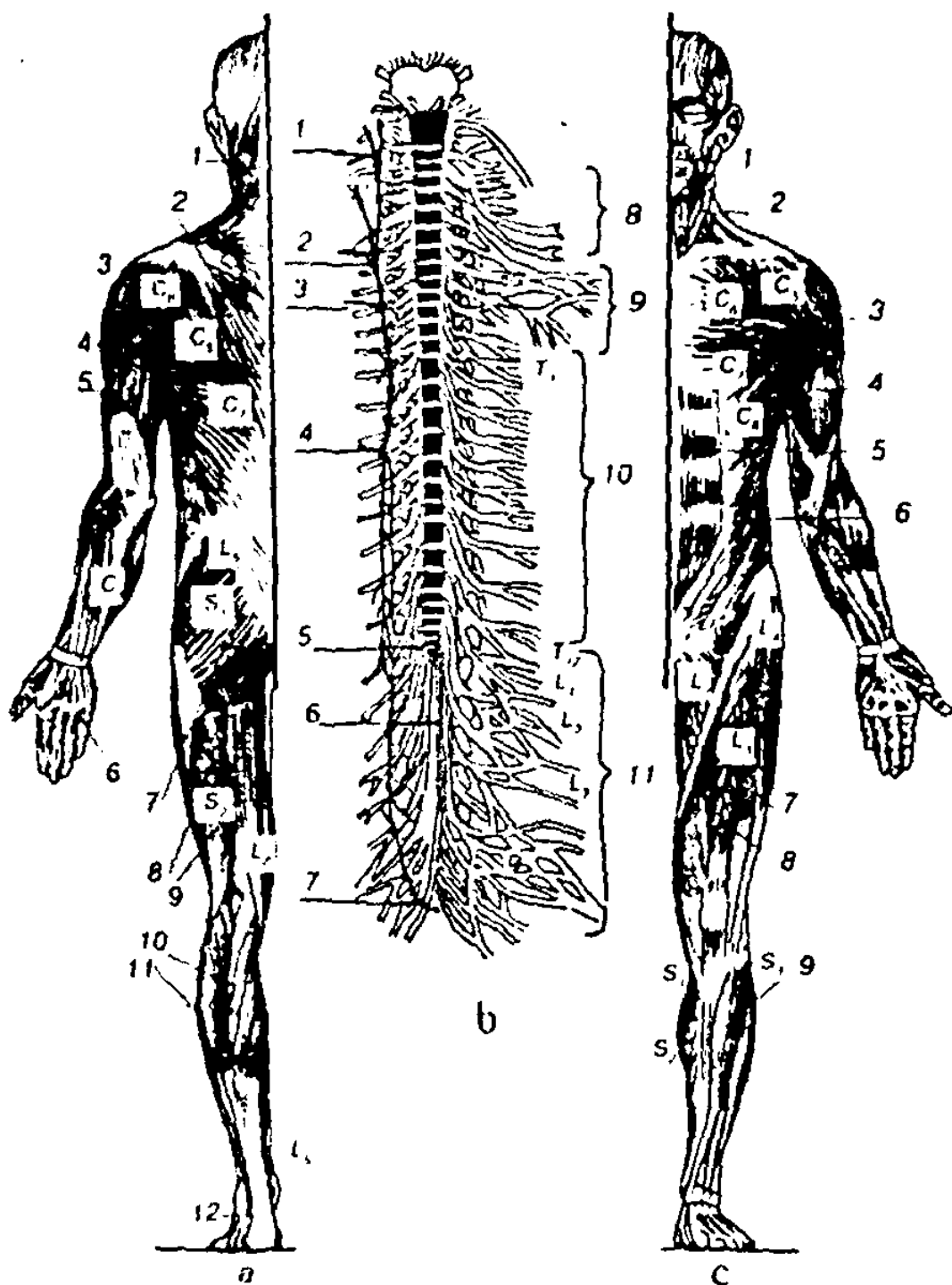
A'zolar tizimi deb, o'zining tarkibiy tuzilishi va funksional belgilari bo'yicha har xil bo'lgan, lekin hayot uchun eng muhim vazifalarni bajarishga xizmat qiladigan a'zolar guruhiga aytiladi. Ularni, *apparat* deb ham nomlashadi. A'zolar tizimiga quyidagilar kiradi: *tayanch-harakat apparati*; *ovqat hazm qilish apparati* (ovqat hazm qilish tizimi); *nafas olish apparati* (nafas olish tizimi); *siydik-jinsiy apparat* (siydik-jinsiy tizim); *asab tizimi* va b. (rasm 1.14, 1.15, 1.16).



Rasm 1.14. Odam skeleti (a - oldi, b - orqa ko'rinishi)

a: 1-bosh chanog'i; 2 - yuqorigi jag'; 3 - ostki jag'; 4 - bo'yintiriq o'ymasi; 5 - qovurg'alar; 6 - elka suyagi; 7 - umurtqa; 8 - bilak suyagi; 9 - tirsak suyagi; 10 - katta ko'st; 11 - bilak suyaklari; 12 - kaft suyaklari; 13 - falangalar; 14 - kichik ko'st; 15 - dumg'aza; 16 - son suyagi; 17 - tizza qopqog'i; 18 - katta boldir suyagi; 19 - kichik boldir suyagi; 20 - tovon suyagi; 21 - oyoq kafti usti suyaklari; 22 -falangalar; 23 - oyoq kaft suyaklari; 24 - oshiq suyagi; 25 - qov birlashmasi; 26 - qov suyagi; 27- o'tirgich suyak; 28 - yonbosh suyagi; 29 - nomsiz suyak; 30 - pog'anaaro disk; 31 - etimcha qovurg'a; 32 - qovurg'a tog'ayi; 33 - xanjarsimon o'simta; 34 - to'sh; 35 - o'mrov; 36 - ko'zyoshi suyagi; 37 - peshona suyagi.

b: 1- tepa suyagi; 2 -ensa suyagi; 3 - bo'yin pog'onolari (7); 4 - ko'krak pog'onolari (12); 5 - bel pog'onolari (5); 6 - medial do'mbog'; 7 - lateral do'mbog'; 8 - yonbosh suyak; 9 - dumg'aza; 10 - qov birlashmasi; 11 - o'tirgich suyagi; 12 - lateral do'mbog'; 13 - medial do'mbog'; 14 - lateral to'piq; 15 - tovon suyagi; 16 - falangalar; 17 - katta boldir suyagi; 18 - kichik boldir suyagi; 19 -son suyagi; 20 - ilmoqli suyak; 21 - tirsak suyagi; 22 - bilak suyagi; 23 - bilak o'simtasi; 24 - elka suyagi; 25 - kurak; 26 - akromion; 27 - o'mrov.

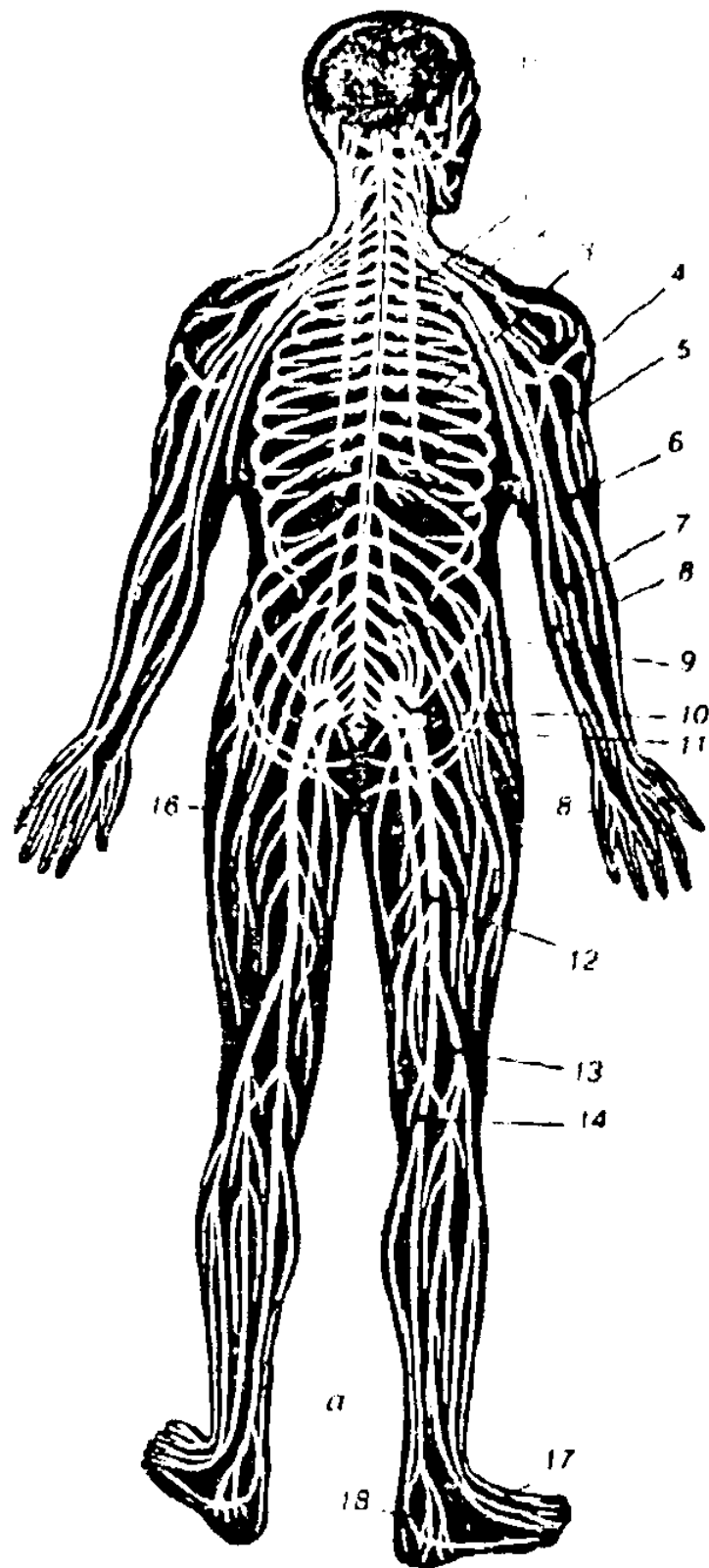


Rasm 1.15. Mushaklar (a,c) va segmentar innervatsiya (b)

a: 1-boshning tasma mushagi; 2-trapetsiyasimon; 3-deltasimon; 4-orqaning katta mushagi; 5-uchboshli; 6-orqaning suyaklararo mushaklari; 7-dumbaning katta mushagi; 8-sonning ikkiboshli mushagi; 9-yarimpayli; 10-boldirning ikkiboshli mushagi; 11-oldingi katta boldir;

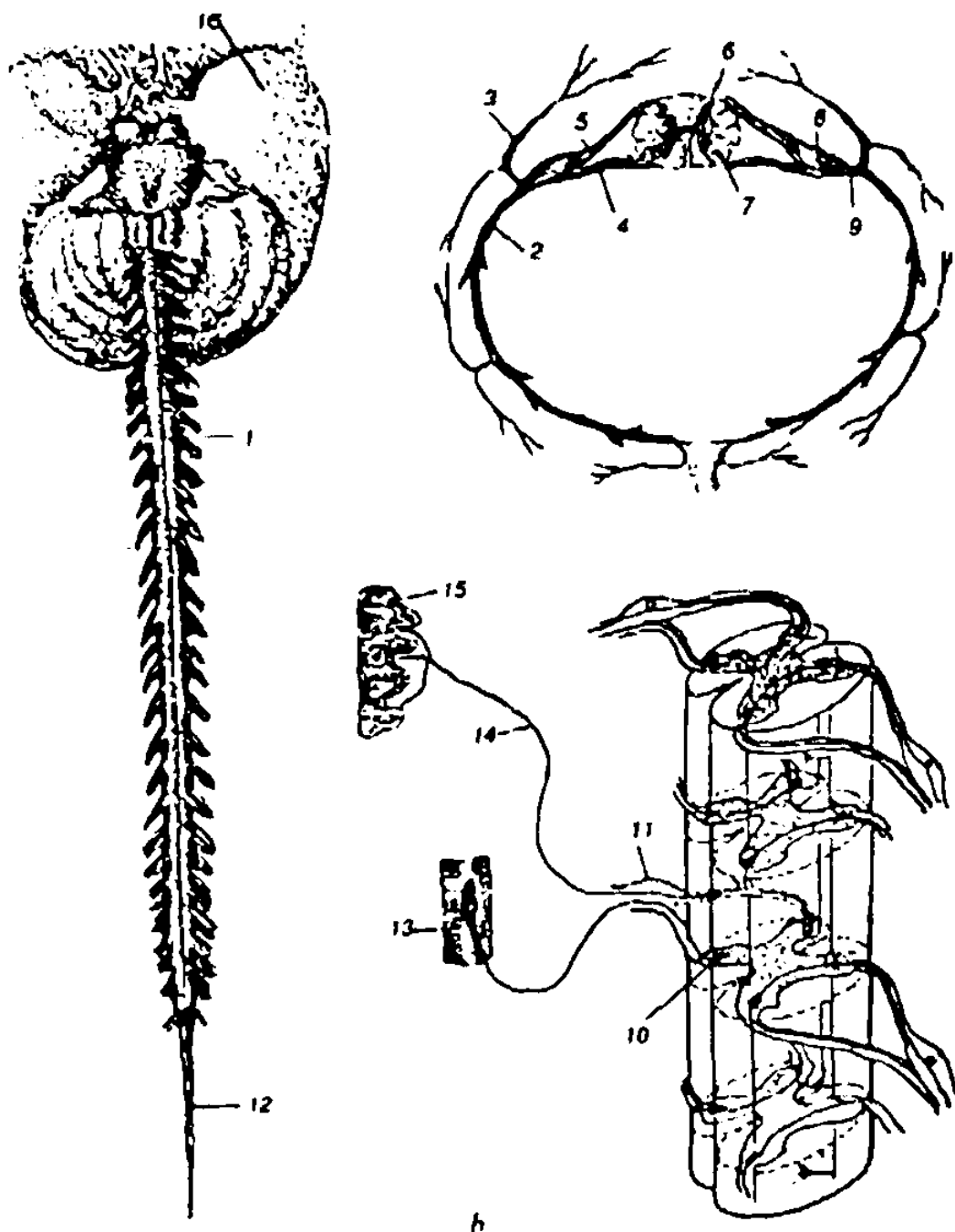
b: 1-bo'yin tutami; 2-o'rta bo'yin tutami; 3-pastki bo'yin tutami; 4-chegaraviy simpatik ustun; 5-miya konusi; 6-miya qobig'ining terminal (oxirgi) tolasi; 7-simpatik ustunning pastki xochsimon tutami; 8-bo'yin birlashmasi; 9-elka birlashmasi; 10-qovurg'alararo asablar; 11-bel-dumg'aza birlashmasi;

c: 1-og'izning aylanma mushagi; 2-ko'krak-o'mrov-so'rg'ichsimon; 3-ko'krakning katta mushagi; 4-ikkiboshli; 5-qorinning to'g'ri mushagi; 6-qorinning tashqi egri mushagi; 7-mashinachilar mushagi; 8-sonning to'rtboshli mushagi; 9- oldingi katta-boldir mushagi.



Rasm 1.16 a. Markaziy va periferik asab tizimi

a: 1-diafragma asabi; 2-elka birlashmasi; 3-qovurg'alararo asablar; 7-o'rta asab; 8-tirsak asabi; 9-bel birlashmasi; 10-dung'aza birlashmasi; 11-uyatli va dum birlashmasi; 12-o'tirgich asabi; 13-kichik boldir asabi; 14-katta boldir asabi; 15-bosh miya; 16-sonning tashqi teri asabi; 17-terining lateral orqa asabi; 18-katta boldir asabi.



Rasm 1.16 *b*. Markaziy va periferik asab tizimi

b: 1-orqa miya; 2-orqa miya asabining oldingi shoxchalari; 3-orqa miya asabining ketingi shoxchalari; 4-orqa miyaning oldingi ildizchalari; 5-orqa miyaning ketingi ildizchalari; 6-orqa shox; 7-old shox; 8-orqa miya tutami; 9-orqa miya asabi; 10-harakatlantiruvchi asab hujayrasi; 11-orqa miya tutami; 12-yakuniy tola; 13-mushak tolalari; 14-sezuvchi asab; 15-sezuvchi asabning uchi; 16-bosh miya.

1.4. Organizm to'qimalari, ularning tuzilishi va funksiyalari

Tirik organizm hujayralardan va hujayralararo oraliq moddalardan iborat. *Hujayra* - mikroskopik kattalikdagi tarkibiy element bo'lib, uning tarkibida protoplazma (sitoplazma organoidlari bilan) va yadro (karioplazma) mavjud. Hujayraning shakllari har xil bo'ladi va u, bajaradigan funksiyalariga hamda to'qima tarkibida egallagan mavqeiga bog'liq ravishda turlichadir. Hujayraning funksiyasi, uning tuzilishi kabi, atrof-muhitga bog'liq bo'ladi.

Murakkab organizmning hujayralari o'rtasida funksiyalarning taqsimlanishi va atrof-muhit bilan o'zaro hamkorlik qilishi oqibatida hujayralarning o'ziga xos birlashmalari, ya'ni to'qimalar rivojlangan. *To'qima*, o'zining morfologik va funksional tamoyili bo'yicha uzluksiz birbutunlikni tashkil qiladi. Rivojlanishi va funksiyalari nuqtai nazaridan asosiy to'rtta guruh to'qimalar farqlanadi: 1) *epitelial*; 2) *biriktiruvchi*; 3) *mushak to'qimalari*; 4) *asab to'qimalari*. Ushbu guruhlarining har biri, o'z navbatida, ko'p yoki kam sonli bo'linmalardan iborat.

1. *Epitelial to'qimalar* hujayralarning yassi qatlami ko'rinishida bo'lib, uning yuza qismi ancha differensiyalangan. Epiteliy organizmning ichki muhiti bilan tashqi dunyo chegarasida turadi, shu tufayli ham u chegara to'qimasi deb ataladi. Shu bilan birga, epiteliy yordamida organizm bilan tashqi muhit o'rtasida moddalar almashinuvi sodir bo'ladi. Epiteliy uchun, bog'lovchi to'qimada joylashganlik va u bilan, yupqa bazal membrana bilan ajralib turishi xarakterlidir.

Epiteliyning turlari quyidagilar: teri epiteliylari, ichak epiteliylari, buyrak epiteliylari, selomik epiteliylar, ependimogial epiteliylar.

Teri epiteliylari ko'p qatlamli bo'lib, teri, muguz parda, ovqat hazm qilish traktining oldingi bo'limi va tananing boshqa qismlari tarkibida joylashgan. Undan soch-soqollar va tirmoqlar o'sib chiqadi, bezlar paydo bo'ladi.

Ichak epiteliylari bir qavat bo'lib, ovqat hazm qilish traktining o'rta va orqa bo'limlarida joylashgan.

Buyrak epiteliylari bir qavat bo'lib, buyraklarning siydik kanalchalari devorlarini hosil qiladi.

Scelomik epiteliy bir qavat, yassi, germinativ (pusht davri) bo'lib, barcha seroz qobiqlar (qorin, plevra, perikard) tarkibiga kiradi.

Ependimogial epiteliy bir qavatli kubsimon yoki yassi bo'lib, asab tizimi bilan umumiy manbadan rivojlanadi. U, asab tizimi elementlarini organizmning boshqa to'qimalaridan ajratib turadi.

2. *Biriktiruvchi to'qimalar* yoki ichki muhit to'qimalari turli xususiyatlarga ega bo'lib, ushbu guruhda - *tayanch to'qimalar* va *trofik to'qimalar* farqlanadi. Trofik to'qimalar ovqatlanish, organizmda modda almashinuvi jarayonlarini ta'minlaydi, ular himoya funksiyasini ham bajaradi. Trofik to'qimalarga mezenxima, retikulyar to'qima, shakllanmagan bog'lovchi kovak to'qima, qon, limfa va boshqalar mansub.

Shakllanmagan bog'lovchi kovak to'qima qon tomirlar va limfatik tomirlar yo'li bo'ylab barcha a'zolarida joylashgan, teri ostida va mushaklar oralig'ida ancha ko'p qatlamlar hosil qiladi. Bu to'qimalar, organizmning ayrim joylarida yog' to'qimalariga aylanadi. Gavdaning ayrim sohalarida yog' to'qimalari doimiy rivojlanadi (teri ostida, buyraklar atrofida, salnikda va h.k.). U, avvalam bor, *trofik* ahamiyat kasb etadi (ochlik paytida hujayradagi yog' parchalanib yo'qoladi), shu bilan birga yog' to'qimalari issiqlikni yomon o'tkazadi, a'zolar oralig'ida joylashgan bo'lib, ularni bosim va chayqalishdan himoya qiladi.

Tayanch to'qimalar – zich, shakllangan, tog'ay va suyak to'qimalar bo'lib, oraliq moddaning ancha yuqori rivojlanganligi va kichik miqdorda hujayralari borligi bilan xarakterlanadi. Tog'ay to'qimalar ma'lum bir yo'nalishda boradigan kollagen fibrillalarning qalin bog'lamlarini o'z ichiga oladi. Gialinli, to'qimalarni birlashtiruvchi va elastik tog'aylar farqlanadi. Gialinli tog'ay - hujayralar va oraliq moddadan tashkil topgan. Yosh tog'ayda oraliq modda kam bo'ladi.

Suyak to'qimalarida, boshqalarga nisbatan oraliq modda katta ahamiyat kasb etadi, uning tarkibidagi kollagen fibrillalar plastinkani tashkil qiladi. Plastinkali tuzilish katta yoshdagi odamlarning suyaklariga xos. Kollagen bog'lamlar tuzlarga (asosan kalsiyfi) to'yingan bo'lgani uchun suyak to'qimalari yuksak darajada mustahkamligi bilan ajralib turadi. Suyaklar tashqi tomonidan suyak usti qatlami bilan qoplangan bo'lib, uning tashqi qatlami mustahkam biriktiruvchi to'qimadan tuzilgan.

3. *Mushak to'qimalarining* elementlari qisqarish qobiliyatiga ega ekanligi bilan xarakterlanadi. Mushak to'qimalarining ikkita turi mavjud: *silliq mushaklar* va *ko'ndalang-targ'il yoki somatik*. Mushaklar ma'lum bir a'zoga taalluqliligi bilan (masalan, yurak mushaklari, qon tomirlar mushaklari, ovqat hazm qilish tizimi mushaklari va b.), qo'zg'atuvchi signalga javob berish tezligi bilan (tezkor va sust), kislorodni bog'lovchi oqsilli pigmentning borligi va boshqalar bilan farqlanadi. *Silliq mushak to'qimasi* qon tomirlar va ichki a'zolarning devorlarida (ichaklar, siydik chiqaruvchi va jinsiy yo'llarda) joylashgan.

Ko'ndalang-targ'il mushak to'qimasi (rasm 1.15 ga qarang) mezoderma-dan rivojlanadi va barcha skelet mushaklarini hosil qiladi. Uning asosiy elementi - mushak tolalari bo'lib, ular ayrim hollarda ancha uzun (12 sm gacha etadi). Ushbu tolalar sitoplazma, yadrolar va yaxshi rivojlangan po'stloqdan tashkil topgan. Sitoplazmaning tarkibida tola bo'ylab parallel ketgan miofibrillalar mavjud. Yadrolar ko'p sonli (bir necha yuz) bo'lib, tolaning periferiyasida joylashgan. Po'stlog'i (sarkolemma) fibrillar tuzilishga ega. Miofibrillalar uzunligi bo'ylab to'g'ri ketma-ketlikda joylashgan disklardan tuzilgan bo'lib, ular to'q va och rangga ega. To'q rangdagi disklar yorug'likni ikki xil yo'nalishda o'zgartiradi va ular anizotrop deb ataladi, och rangdagilar esa yorug'likni bir xil yo'nalishda o'zgartiradilar va ular izotrop deb ataladi. Har bir tolaning barcha miofibrillalarida bir xil nomdagi disklar bir xil darajada joylashgan bo'lib, buning oqibatida tola ko'ndalang chiziqlarga ega bo'ladi. Kovak tolali biriktiruvchi to'qima qon tomirlari va asablarda juda ko'p bo'lib, ko'ndalang-targ'il mushak tolalarini katta yoki kichik kattalikdagi tutamlarga biriktiradi.

4. *Asab to'qimalari* - asab tizimiga birlashgan gistologik elementlarning murakkab majmuasidir. Uning tarkibiga asab hujayralari yoki neyronlar va yordamchi elementlar bo'lmish gliya hujayralari kiradi. Neyronlar turli xildagi tana tuzilishiga ega bo'lib, ulardan o'simtalar o'sib chiqqan.

Pseudounipolyar yoki *bipolyar* shakldagi *sezuvchan* yoki *afferent neyronlar* o'zining periferik o'simtalarini orqali qo'zg'atuvchi ta'sirni qabul qiladi va uni impuls shaklida markaziy o'simta orqali boshqa neyronlarga o'tkazadi. *Multipolyar* shakldagi *harakatlantiruvchi* yoki *efferent neyronlar* o'zining kalta o'simtalarini bo'lmish dendritlari

orqali impulslarni boshqa neyronlardan qabul qiladi va uni uzun o'simtasi bo'lmish *neyrit (akson)* orqali mushak to'qimasiga yoki bezlarga o'tkazadi. *Sezivchan, oraliq va harakatlantiruvchi neyronlar hirgalikda reflektor yoyni tashkil qiladi.* Ushbu reflektor yoy orqali refleks amalga oshiriladi. Neyronlar orasidagi kontakt (aloqa) joyida *sinapslar* mavjud bo'lib, bu erda impulslar bir neyrondan ikkinchisiga o'tkaziladi. Asab hujayralarining qobiqlar bilan qoplangan o'simalari asab tolalarini hosil qiladi.

Afferent neyronlarning periferik o'simalari sezuvchan apparatlar, ya'ni *retseptorlar* bilan to'qimalarga ulanadi. Ushbu retseptorlar turli qo'zg'atuvchi ta'sirlarni qabul qiladi. Ularning bir xillari tashqi po'stloqlarda joylashgan bo'lib, ta'sirlarni bevosita tashqi muhitdan qabul qiladi – bular *eksteroretseptorlar*, boshqalari esa, turli ichki a'zolarida joylashgan – bular *interoretseptorlar*. Efferent neyronlar aksonlarining uchidagi apparatlari mushak to'qimasiga yoki bezlarga kelib ulanadi va ular orqali asab impulslari to'qimalarga uzatiladi. Asab to'qimasining yordamchi elementi bo'lmish *gliya* – tayanch, trofik va chegaralovchi funksiyalarni bajaradi.

1.5. Orqa miya va umurtqa pog'onasi

Orqa miya organizmning barcha murakkab harakat reaksiyalarini amalga oshirishda ishtirok etadi. U, impulslarni teri yuzasidagi eksteroretseptorlaridan, tana va qo'l-oyoqlarning proprioretseptorlari va visseroretseptorlaridan (adashgan asablar orqali markaziy asab tizimiga o'tadigan visseroretseptiv impulslardan tashqari) oladi (rasm 1.16, *a* ga qarang). Orqa miya skelet mushaklarining barchasini innervatsiya qiladi (kalla mushaklarini innervatsiya qiluvchi chanoq-miya asablaridan tashqari).

Retseptorlardan orqa miyaga keladigan axborot, orqa miyaning keyingi va yon ustunlarida joylashgan ko'p sonli o'tkazuvchi yo'llar orqali miya ustunining markazlariga o'tkaziladi va katta yarimsharlar hamda miyachaning po'stlog'iga etib boradi (rasm 1.16, *b* ga qarang). Orqa miya ham, o'z navbatida, markaziy asab tizimining yuqori bo'limlaridan impulslarni qabul qiladi. Bu impulslar, orqa miyaga oldingi va yon ustunlarning o'tkazuvchi yo'llari orqali keladi. Ular, orqa miyaning oraliq va motor neyronlariga qo'zg'atuvchi yoki tormozlovchi ta'sir ko'rsatadi, buning

natijasida, skelet mushaklari va ichki a'zolarning faoliyati o'zgaradi. Periferik retseptorlardan bosh miyaga va undan effektor apparatlarga impulslarning o'tkazilishida orqa miyaning muhim o'tkazuvchi funksiyasi amalga oshiriladi (rasm 1.16, *b* ga qarang).

Orqa miyani periferiya bilan aloqasi, uning ildizchalaridan o'tadigan asab tolalari orqali amalga oshiriladi. Ular orqali orqa miyaga afferent impulslar keladi va undan periferiyaga efferent impulslar ketadi. Orqa miyaning ikkala tomonida 31 juftdan oldingi va keyingi ildizchalari mavjud (rasm 1.16, *a* ga qarang). Oldingi ildizchalar orqali, skelet mushaklarining motor asablaridan tashqari boshqa efferent asab tolalari, ya'ni qon tomirlar va sekretor hamda silliq mushaklarga boruvchi asab tolalari ham o'tadi. Oldingi ildizchalar tarkibida markazdan qochuvchi efferent tolalar mavjud. Keyingi ildizchalarda yo'g'on tolalar bo'lib, ular afferent o'tkazuvchi yo'llar hisoblanadi va bu yo'llar, mushak duklarining yadro xaltasi va Goldji paylarida joylashgan Goldji tanachalari orqali o'tadi.

Harakatlar muvofiqligining buzilishi, afferent impulslar oqimini miyaga etib kelishini to'xtashi oqibatida yuzaga keladi. Bu holat, avvalam bor, harakat apparati retseptorlaridan, ya'ni proprioretseptorlardan hamda terining eksteroretseptorlaridan impulslar kelishining to'xtashi oqibatida boshlanadi. Harakatning har bir momentida, harakat apparatining holati to'g'risidagi axborotning yo'qligi, miya tomonidan harakatlarning xarakterini nazorat qilish va baholash hamda harakat aktlarining barcha bosqichlarida tuzatishlar kiritish qobiliyatini yo'qotilishiga olib keladi. Efferent impulslar miyadan mushaklarga kelib ularning qisqarishini chaqirishiga qaramasdan, ushbu jarayon miya tomonidan nazorat qilinmaydi va boshqarilmaydi. Chunki, qaytar aloqa bo'lmaydi. Qaytar aloqasiz, harakat aktlarini boshqarish hamda aniq va ravon harakatlarni amalga oshirish mumkin emas. Sezuvcchanlikning yo'qolishi mushak tonusini susayishiga ham olib keladi.

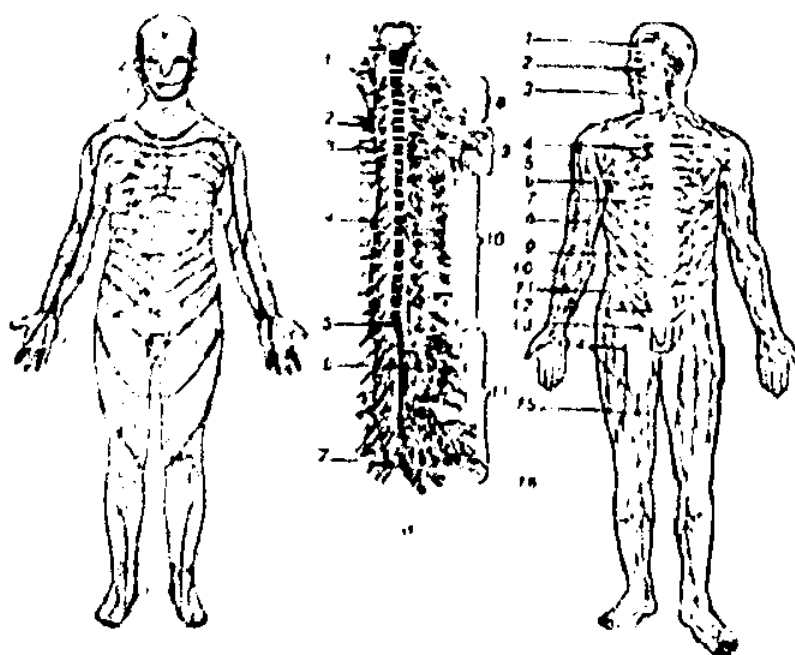
Orqa miya segmentlarining har qaysi tomonidan bittadan ketingi ildizcha chiqib, uchta ko'ndalang bo'lakchani - tana metamerini innervatsiyalaydi (bitta metamer orqa miya segmentiga mos keladi, ikkinchisi uning ustida va uchinchisi uning ostida

joylashgan). Har qaysi metamerga, bir-birining ustida joylashgan uchta ketingi ildizchalardan sezuvchan tolalar keladi.

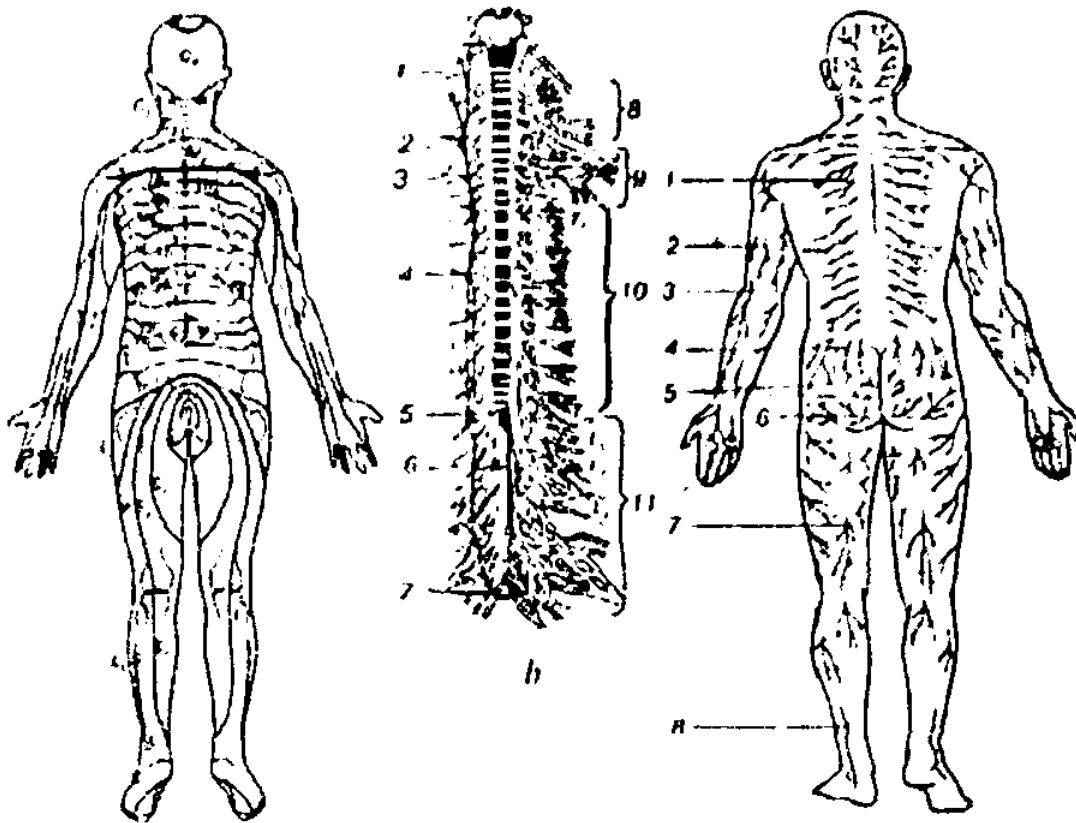
Oldingi ildizchalar tarkibida orqa miyadan chiqadigan tolalarning segmentar taqsimlanishi faqatgina qovurg'alararo mushaklarda topiladi. Tana va qo'l-oyoqlarning yirik mushaklari, somasi orqa miyaning 2-3 segmentlarida joylashgan asab hujayralari tomonidan innervatsiyalanadi. Ushbu hujayralarning aksonlari ikki yoki uchta oldingi ildizchalar tarkibida orqa miyadan chiqib keladi. Ko'pchilik mushaklar, orqa miyadan oldingi ildizchalar orqali chiqadigan tolalar bilan innervatsiyalangan. Odam terisi segmentar innervatsiyasining taqsimlanishi 1.17 *a, b*-rasmda ko'rsatilgan.

1.6. Gavda va bosh harakatlarining mexanizmlari

Gavda va bosh mushak apparatining asosiy funksiyasi quyidagilardan iborat: gavnani muvozanat holatida ushlab turish; umurtqa pog'onasining harakatchanligini ta'minlash (egish, rostlash, yon tomonga egish, aylanma harakatlanish); ko'krak qafasi va boshning harakatchanligini ta'minlash; qarshiliklarni engish; turli jismlarning og'irliklarini engish. Gavdaning statikasi va dinamikasi ko'p darajada nafas olish mexanizmi hamda ko'krak qafasi va qorin bo'shliqlarining holatlari bilan o'zaro bog'liq bo'ladi.



Rasm 1.17 *a*. Odam terisining segmentar innervatsiyasi (*a* – oldidan ko'rinishi)



1.17 b. Odam terisining segmentar innervatsiyasi (b – opqadan ko'rinishi)

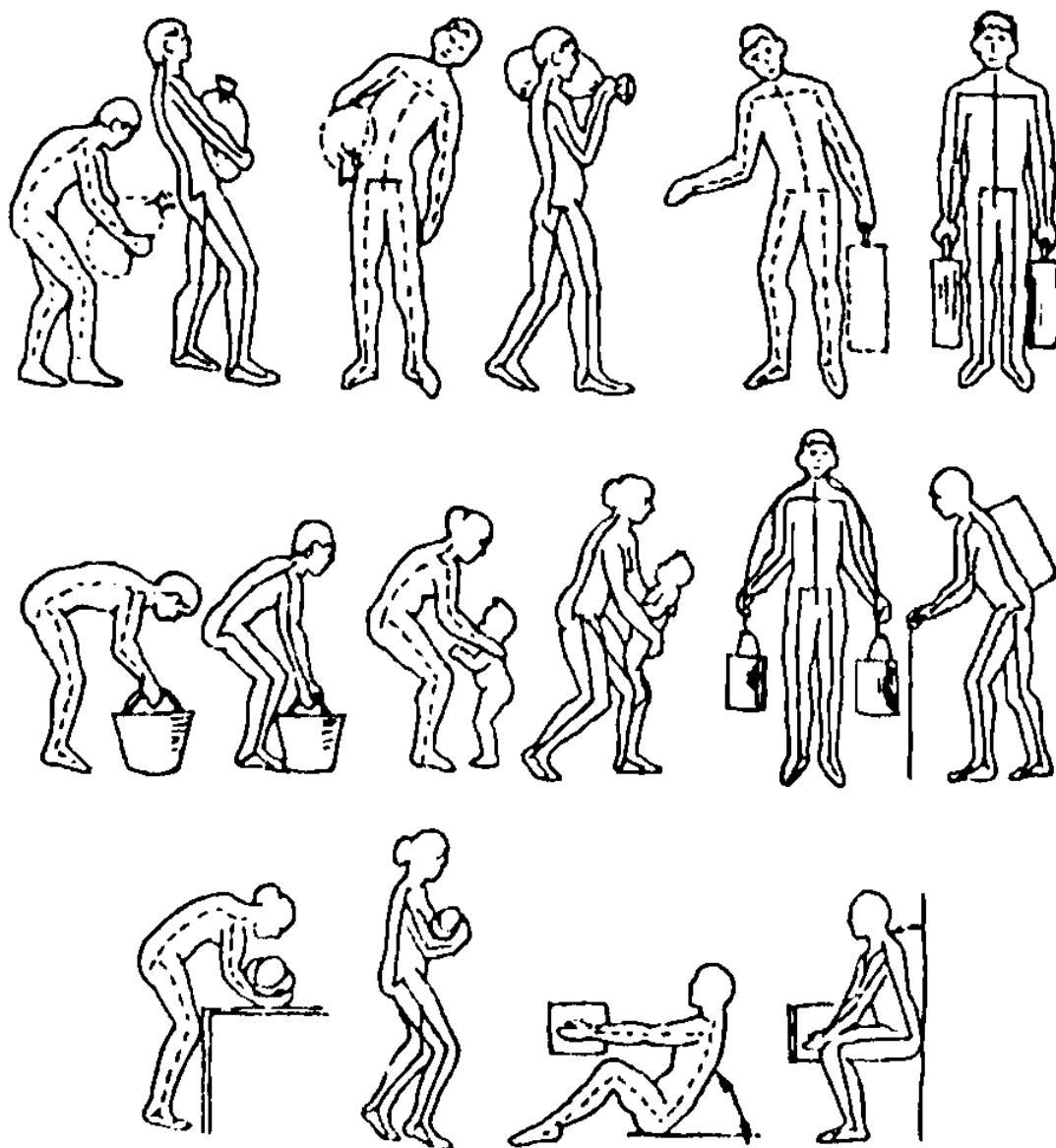
To'g'ri turgan paytda gavdaning muvozanatini saqlashga tana mushaklarining ko'pchiligini bir vaqtda qisqarishlari ko'maklashadi. Bunda, yonbosh-son bog'laming kuchlanishi va dumba mushaklarining qisqarishi asosiy rol o'ynaydi.

Gavdaning egilishi passiv va faol bo'lishi mumkin. Passiv bo'lgan holatda, umurtqa pog'onasining rostlovchi mushaklarini bo'shashishi hamda bosh va ichki a'zolarning og'irligi oqibatida gavda oldinga qarab passiv egiladi. Bunday hodisa, ko'pincha, o'tirgan holatda ishlaydigan odamlarda hamda mushak tonusi umumiy bo'shashgan paytda (tinkani quritadigan kasalliklar, surunkali kasbiy zaharlanishlar va h.k.) va qari odamlarda tez-tez sodir bo'lishi mumkin.

Gavdaning faol egilishi ayrim kasbiy va sport harakatlarini bajarish hamda og'irliklarni ko'tarish (masalan, elkada yuk ko'tarish) paytida kuzatiladi. Bunda qorin mushaklari, yonbosh-bel mushaklar, bosh va bo'yinning uzun mushaklari, zinali narvonsimon va to'sh-o'mrom-so'rg'ichsimon hamda qisman bo'yinning oldingi qismi mushaklari qisqaradi.

Gavdaning rostlanishi, gavda orqa qismi va bo'yinning orqa qismi mushaklarining barchasini, ayniqsa, asosan umurtqa pog'onasining rostlovchi mushaklarini qisqarishi tufayli ta'minlanadi.

Og'irlik ko'tarish (elkada yuk ko'tarish, og'irlik ko'tarish va b.) sharoitida mushaklarning ishlashi eng katta qiziqish uyg'otadi (rasm 1.18 va 1.19). Bu holatlarda, yuqorida ko'rsatilgan rostlovchi mushaklarning taranglanishidan tashqari, nafas olish tizimi mushaklari va qorinning oldingi devori mushaklari kuchli ravishda qisqaradi. Buning oqibatida, ko'krak qafasi va qorin bo'shlig'i, kuchli shishirilgan koptomka o'xshab qoladi. Bunday holat, gavdaning kuchli egilishiga qarshilik ko'rsatadi va shu tufayli, umurtqa pog'onasining bog'lovchi apparati uzilishini oldini oladi.



Rasm 1.18. Yukni ko'tarish va ko'tarib o'tish usullari. Punktir chiziqlar bilan noto'g'ri holatlar ko'rsatilgan.



Rasm 1.19. Ayrim ishchi holatlar va yukning og'irlik kuchi yo'nalishlari.

Gavdaning yon tomonga egilishi, umurtqa pog'onasining bitta yon tomonidagi bukuvchi va rostlovchi mushaklarning bir vaqtda qisqarishi paytida sodir bo'ladi. Bunda, qovurg'alarni ko'taruvchi mushaklar, keyingi tishsimon mushaklar, belning kvadrat mushaklari, ichki qovurg'alararo mushaklar, qorinning yon tomonidagi mushaklar, bel fiksatsiya qilingan paytda kurakni ko'taruvchi mushaklar, orqaning eng keng mushaklari, katta va kichik mushaklari ham ishtirok etadi. Namlari keltirilgan barcha mushaklar, yuk bitta qo'lda ko'tarilgan paytda katta kuchlanish bilan ishlaydi.

Gavdani aylantirish, asosan quyidagi mushaklarning qisqarishi tufayli ta'minlanadi: qorinning egri tomonidagi tashqi egri mushaklari; qorinning qarama-qarshi tomonidagi ichki egri mushaklari; ko'ndalang-uchli mushaklarning barcha qismlari; to'sh-o'mrom-so'rg'ichsimon mushaklar; trapetsiyasimon mushaklar va qarama-qarshi tomon kurakni ko'taruvchi mushaklar.

Boshning harakatlari tana harakatlari bilan bir vaqtda yoki mustaqil ravishda sodir bo'lishi mumkin. Boshning egilishi bo'yinning orqa bo'limi barcha mushaklarining va boshning bo'shashishi oqibatida sodir bo'ladi. Bu akt, bosh va bo'yinning uzun mushaklari, boshning oldin-gi to'g'ri mushaklari, to'sh-o'mrom-so'rg'ichsimon mushaklarini, bo'yin oldingi bo'limining ikki tomonlama qisqarishi paytida kuchayishi mumkin.

Boshning rostdlanishi, bosh va bo'yinning tasma mushaklari, bosh va bo'yinning eng uzun mushaklari hamda to'sh-o'mrom-so'rg'ichsimon mushak-larning funksiyasi bilan bog'liq.

Boshning yon tomonga egilishi, boshning to'g'ri va yonbosh tomonlari-ning asosan shunday nomlardagi mushaklari hamda bo'yinning oldingi va keyingi sohalarining boshqa mushaklarini qisqarishi hisobiga amalga oshiriladi.

Boshni vertikal o'qi atrofida aylantirish, mushak tutamlari egri yo'nalishda bo'lgan mushaklar qisqarishining kombinatsiyasi tufayli amalga oshiriladi.

Barcha holatlarda, pastki tayanch paytida (turgan yoki o'tirgan holatda) bosh va tana alohida qismlarining harakatlanish mexanizmi, birinchi tur richag tipi, ya'ni muvozanat richagi bo'yicha amalga oshiriladi.

1.7. Umurtqa pog'onasi va boshning harakatlari

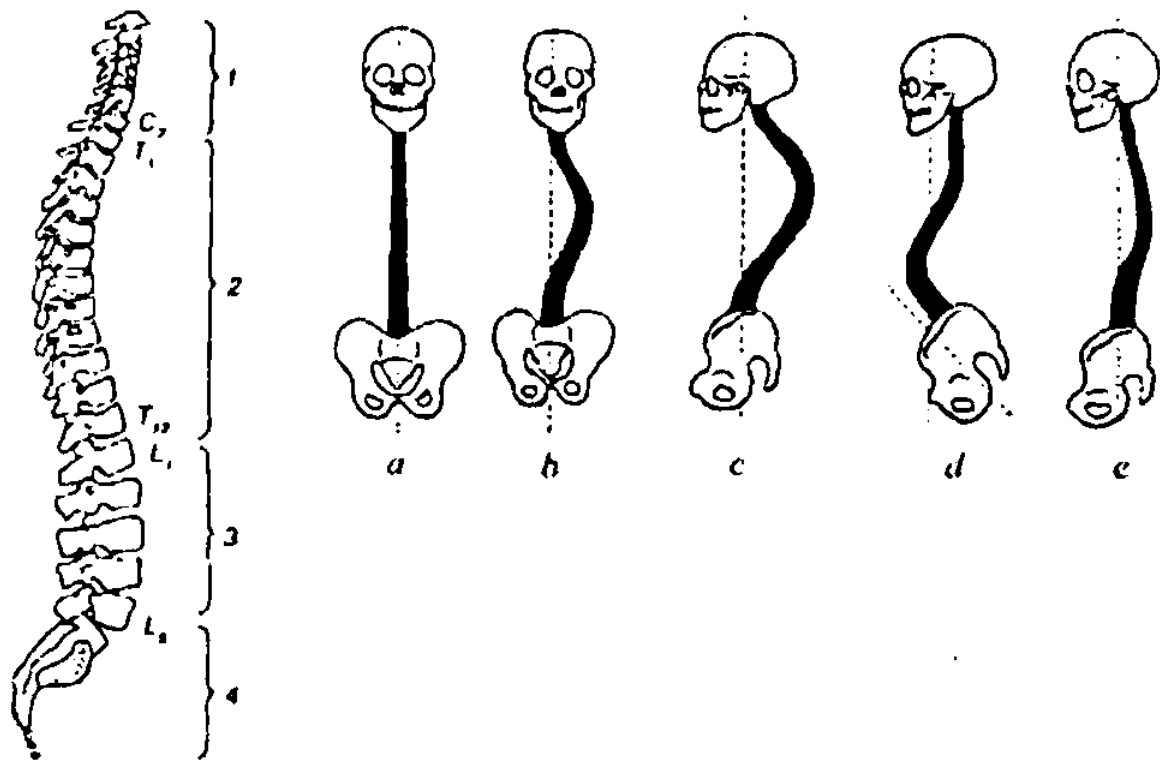
Umurtqa pog'onasining harakatlari shtativga o'rnatilgan sterjenning holati va shaklining o'zgarishlariga o'xshash bo'ladi (rasm 1.20). Shu bilan birga, bu erda barcha harakatlar uning bo'g'inlari tomonidan nazorat qilinadi va boshqariladi, ko'krak bo'limida esa qovurg'alar tomonidan ancha chegaralanib qo'yiladi.

Umurtqa pog'onasining bo'yin, pastki ko'krak va yuqorigi bel bo'limlari eng harakatchan hisoblanadi. Umurtqa pog'onasining sxematik turli shakllari quyidagi ko'rinishda berilishi mumkin: frontal o'q atrofidagi umumiy yoyi $170-245^{\circ}$ atrofidagi aylanma harakatlar (bukish va rostlash); saggital o'q atrofidagi harakatlar (tomonlarga burilishi) - 55° atrofida; vertikal o'q atrofidagi harakatlar - 90° gacha (bu, mashq qilishga bog'liq).

Bosh harakatlari quyidagicha tasniflanishi mumkin: egish va rostlash, bu holat, umurtqaning bo'yin pog'onasi barcha bo'g'imlaridagi birin-ketin siljuvchi harakatlari bilan belgilanadi; vertikal o'q atrofidagi aylanma harakatlar, bunda faqatgina atlant-ensa va atlant-o'q bo'g'imlari ishtirok etadi; boshni yon tomonga egish, bu holat, umurtqaning ikkita yuqorigi bo'yin pog'onalari bo'g'imlari harakati bilan belgilanadi;

aylanma harakatlar, bular umurtqaning pastki uch-to'rt pog'onasining bo'g'imlarida sodir bo'ladi.

Yoshlik davrida umurtqa pog'onasi ancha harakatchan bo'ladi, qari odamlardagi harakatlar hajmi esa, uning barcha bo'limlarida keskin kamayadi. Bu holat, pog'onalar orasidagi disklarning birmuncha qisilishi va qotib qolishi bilan, ayrim hollarda kasallik (ko'pincha osteoxondroz, deformatsiyalovchi spondilez va b.) oqibati sifatida tushuntiriladi. Bunday kasalliklar, odatda kasbiy xarakterga ega (og'ir jismoniy mehnat, sport bilan shug'ullanish va b.).



Rasm 1.20. Umurtqa pog'onasi (yon tomondan ko'rinishi)
Umurtqa pog'onasining egilishi: a - normal holat (oldi);
b - skolioz; c - kifoz; d - lordoz; e - normal holat (yonbosh).

Jismoniy mashqlar bajarish bilan, umurtqa pog'onasi harakatlarning hajmini (boshni yon tomonlarga egish, ko'krak qafasini yon tomonlarga burish va b.) bog'lovchi apparatning zahira elastikligi va mushaklarning mashqda chiniqqanligi hisobiga ko'paytirish mumkin.

1.8. Qo'llar harakatlarining mexanizmi

Odam gavdasi harakat apparatining eng serharakatchan bo'g'inlari qo'llar hisoblanadi. Shu bilan birga, ular ancha katta yuklarni ko'tarishga moslashgan.

Odamning mehnat yoki sport faoliyatidagi barcha turdagi harakatlarini sxematik ravishda quyidagi asosiy shakllarda tasavvur qilish mumkin: jismlarni ko'tarish va bir joydan boshqa joyga o'tkazish; jismlarni ko'tarish yoki fazoda ushlab turish; o'zidan nariga surish; qo'llarni ko'tarish va tushirish bilan birga barmoqlarni manipulyatsiya qilish; zarba berish harakatlari; pronator-supinator harakatlar (pronator - ichkariga aylanma harakatlar, supinator - tashqariga aylanma harakatlar); aylantirish; jismni vertikal yo'nalishda bosish.

Jismlarni ko'tarish va bir joydan boshqa joyga o'tkazish qo'llar yordamida eng ko'p bajariladigan harakatlar shaklidir. Mushaklar ishi tirsak bo'g'inlarini bukishga, bilak-bilakuzuk bo'g'inlarni rostlash va keltirish (kam hollarda bukish) hamda elka bo'g'inlarini rostlash va keltirishga (kam hollarda orqaga tisarish) yo'naltirilgan. Bu holatda, katta yoki kichik qarshilikni enggan holda quyidagi mushaklar qisqaradi: barmoqlarni yuzaki yoki chuqur bukuvchi mushaklar; kaftusti-bilak bukuvchi va bilakni rostlovchi mushaklar; elka-bilak mushagi; elkaning ikki boshli mushagi; qirra usti, qirra osti, kurakosti mushaklar va ayrim hollarda tana orqa qismining keng mushagi. Kam holatlarda, harakatlarning ushbu shaklida, qo'llarning distal bo'limlari to'liq ichkariga aylangan (eshkak eshish va b.) yoki bo'lmasa, aksincha, tashqariga aylangan (yashikni oldinga surish va b.). Birinchi holatda, kuch og'irligi bilak sohasining oldingi guruh mushaklariga ko'proq tushadi, navbat bilan elkaning uchboshli va ikkiboshli mushaklariga hamda elka bo'g'inlariga bevosita va bilvosita ta'sir ko'rsatuvchi mushaklarga tushadi. Ikkinchi holatda, asosan elka bo'g'inlarini rostlovchi mushaklar va elkaning ikkiboshli mushagi qisqaradi.

Jismlarni ko'tarish yoki fazoda ushlab turish, qoidaga binoan, bilak sohasi va kaftlarning yarini ichkariga aylangan (kam hollarda ichkariga aylangan) holatini talab qiladi. Bunda, mushaklarning asosiy ishi barmoqlarni qisish va tirsak (ayrim hollarda elka) bo'g'inlarini bukishga yo'naltirilgan. Jismni fazoda ushlab turish paytida (qo'lni

oldinga uzatgan holda yukni ko'tarib turishda) barmoqlarni bukuvchi mushaklarning qisqarishidan tashqari, bo'sh turgan qo'lning barcha mushaklari ham ancha kuchlanadi va bu esa, bog'lovchi apparatning cho'zilib ketishini oldini oladi. Qo'llar mushaklarining rivojlanishi kuchsiz bo'lganda (bolalarda, o'spirinlarda, quvvatsiz odamlarda) yuk ko'tarish bog'lovchi apparatning jarohatlanishiga olib kelishi mumkin.

Jismni o'zidan nariga surish (yadro uloqtirish) rostlovchi mushaklarning faol ishtirokini talab qiladi va bunda, eng ko'p og'irlik elkaning uchboshli mushagiga to'g'ri keladi. Bir vaqtning o'zida oldingi so'rg'ichsimon mushak ancha kuchli qisqaradi va u, qo'llarni kuch bilan oldinga qarab uzatadi. Bo'sh qo'llar oldinga ko'tarilgan paytda elkaning ikkiboshli mushagi, katta ko'krak mushagi va bilak sohasi radial bo'limining mushaklari qisqaradi.

Zarba berish harakatlari paytida (bolg'a urish va b.) qo'llar ko'proq yarim ichkariga aylangan holatda bo'ladi va mushaklarning ishi quyidagilardan iborat bo'ladi: qo'llarni ko'tarishni boshlash, barmoqlarni bukuvchi mushaklarning kuchlanishidan tashqari nomlari oldingi holatda aytilgan mushaklarning qisqarishini talab qiladi. Lekin ular, qo'llarning og'irlashgani tufayli ancha katta kuchlanish bilan ishlashi lozim. Zarba berishni taminlash, asosan elkaning uchboshli mushagi va bilak sohasi kafi bo'limining barcha mushaklarini kuch tufayli qisqarishi bilan belgilanadi.

Pronator-supinator harakatlar, tirsak bo'g'ini bukilgan paytda, ko'proq bilak sohasining pronatorlari va supinatorlarining qisqarishi hisobiga amalga oshiriladi. Qo'llar rostlangan paytda, bu jarayonda katta va kichik ko'krak mushaklari, qirra usti va qirra osti mushaklari, tana orqasining keng mushaklari hamda deltasimon mushaklarning oldingi va ketingi qismlari ko'proq ishtirok etadi.

Qo'llar bilan aylanma harakatlar bajarilgan paytda elkani va elka kamarini ko'taruvchi, buruvchi va tushiruvchi mushaklar navbat bilan ishlay boshlaydilar. Shunday ekan, bunda quyidagi mushaklar ishtirok etadi: elkaning ikkiboshli mushagi; katta ko'krak va so'rg'ichsimon mushaklar; deltasimon mushaklarning barcha qismlari va trapetsiyasimon mushaklarning yuqori bog'lamlari; kuraklarni ko'taruvchi mushaklar; rombsimon mushaklar; qisman (elka kamarini tezkor pastga tushirish

paytida) kichik ko'krak mushaklari, o'mrovosti va trapetsiyasimon mushak-larning pastki bog'lamlari.

Jismni vertikal yo'nalishda bosish, qo'llarga, ikkinchi turdagi richaglarga kuch bilan ta'sir ko'rsatish uchun imkoniyat beradi. Ushbu funksiya tirsak bo'g'inlariga ta'sir ko'rsatuvchi rostlovchilarning ko'proq ishlashini talab qiladi. Undan tashqari, bu holatda, bilak sohasi oldin-gi bo'limlarining barmoqlarga o'tuvchi barcha mushaklari ancha kuchlangan (tortilgan) bo'ladi.

Funksional jihatdan qo'llarning eng muhim qismi barmoqlar hisoblanadi. Barmoqlar tomonidan bajariladigan turli xil va murakkab harakatlar, asosan quyidagi holatlar bo'lganda ta'minlanadi: bosh barmoqni qarshi qo'yishning eng mukammal shakllarini mavjudligi; har bir barmoq harakatlarining differensiyalanganligi; bilak-bilakuzuk bo'g'imining katta harakatchanligi; markaziy asab tizimining funksiyasi bilan belgilangan barmoqlar va umuman qo'llarning barcha turdagi harakatlari aniq muvofiqlashtirilganda.

Qo'llarning ayrim holatlari, nafas olish mexanizmida yordamchi nafas mushaklarining faol ishtirok etishi uchun qulay sharoitlarni yaratadi. Bularga quyidagilar kiradi: rombsimon mushaklarning qisqari-shi orqali elka kamarining fiksatsiyalanishi; rostlangan qo'llarni tirab turish (stolga, stulning suyanchig'iga va b.); barmoqlar bilan javonga tayanish; kresloning yon suyanchilaridagi qo'llarning holati; tanani suyab o'tirish (stul va kresloning orqa suyanchilariga); qo'llarning belni ushlab turgan holati. Aksincha, elka kamarining pastga tushirilishi nafas olish chuqurligiga salbiy ta'sir ko'rsatadi va yuzaki nafas olishga olib keladi. Chunki, elka kamarining pastga tushirilishi ko'pchilik hollarda passiv xarakterga ega (og'irlik kuchining ta'siri) va, odatda, mushaklar kuchli charchaganda kuzatiladi (qo'l suyanchilari bo'lmagan stulda o'tirib ishlay-diganlarda).

Qayd qilingan holatlarning barchasini ish joyi konstruksiyasini nazorat qilish va ishlab chiqarish gimnastikasini tashkil qilishda e'tiborga olish zarur.

1.9. Inson qaddi-qomati to'g'risida ayrim ma'lumotlar

Insonning qaddi-qomati tiplarini tasniflash turli tamoyillarga asoslanadi, ya'ni: morfologik; funksional; biokimyoviy; neyroreaktiv, gormonal va b.

Astenik tip bo'yining uzunligi, ko'krak qafasining uzun bo'lishi, bo'ynining uzun bo'lishi; elka ustining ensizligi; qo'llarining nisbatan uzunligi; terisining nafis, ingichka va oqligi; teriosti kletchatkachasi-ning kuchsiz rivojlanganligi bilan tavsiflanadi. Yuragi kichkina, o'pkasi uzunchoq, ichaklari kalta, qon bosimi pastroq, dissimilyatsiya jarayonlari kuchliroq bo'ladi (rasm 1.21).

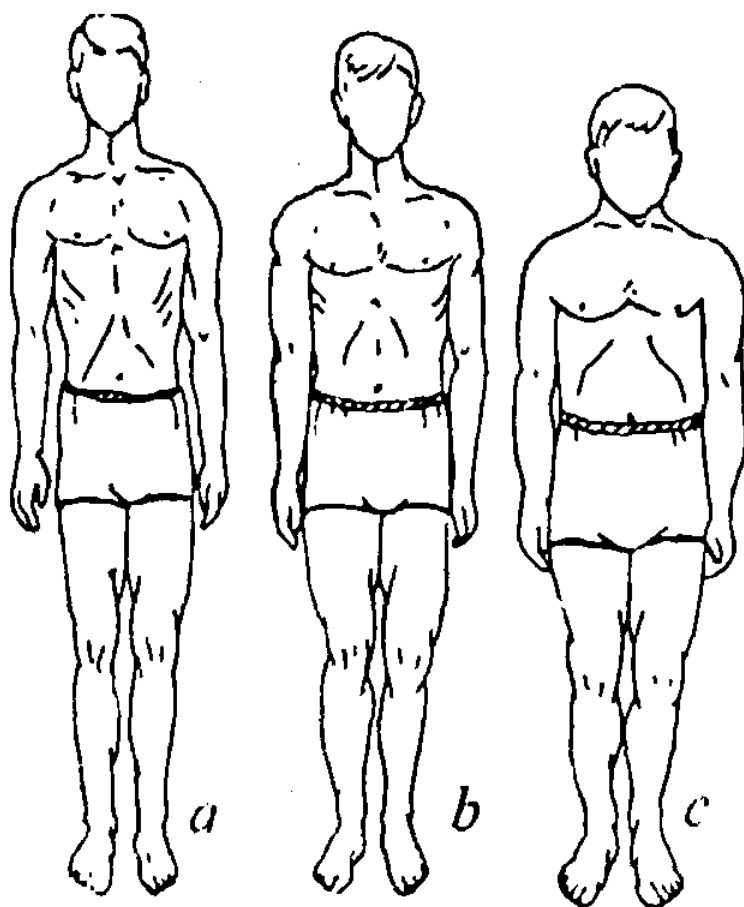
Giperstenik tip oldingi tipga nisbatan umuman qarama-qarshi xususiyatlarga ega, ya'ni: bo'yi o'rtacha va undan ham pastroq, gavdasi katta; yog' qatlamlari yorqin namoyon (semizlikka moyil); qo'l-oyoqlari nisbatan kalta; ko'krak qafasi kalta; bo'yni kalta; qorni katta; yuragi nisbatan katta; ichaklari uzun; arterial qon bosimi oshishga moyil; assimilyatsiya jarayonlari kuchliroq bo'ladi.

Normostenik (atletik, mushakli) tip nisbatan proporsional uyg'un gavda tuzilishiga, ko'proq hollarda yaxshi rivojlangan suyak va mushak tizimiga ega. Normostenik tip, oldingi ikkala tip, ya'ni astenik va giperstenik tiplar o'rtasidan o'rin olgan deb hisoblashadi.

1.10. Gavda holati va harakatlarining asabli boshqarilishi

Skelet mushaklari ishini asabli boshqarilishi markaziy asab tizimining harakat markazlari tomonidan amalga oshiriladi. Ular, ushbu mushaklarni innervatsiyalovchi motoneyronlarni qat'iy zarur bo'lgan darajadagi qo'zg'alishi va tormozlanishini kafolatlashlari zarur. Chunki, yuzaga kelayotgan mushak qisqarishlari faqatgina kerakli harakatlarni ta'minlashi zarur, ya'ni ortiqcha ham emas, kam ham emas. Lekin, harakatlarni aniq bajarish, faqatgina tana va qo'l-oyoqlar birlamchi adekvat holatda bo'lgandagina amalga oshishi mumkin. Gavda holati va harakatlarni mos kelishi, ularni bir-biriga bog'liqligining asabli boshqarilishi - bosh miya harakat markazlarining muhim funksiyalaridan biridir.

Dasturlangan (avtomatik) harakatlari. Harakatlarning tashkillanishi har doim ham reflekslarga asoslangan emas. Masalan, tashqi nafas olish. harakatlarning bunday ketma-ketligini markaziy asab tizimi tomonidan tashqi rag'ballarsiz quvvatlanishi "dasturlangan" yoki avtomatik deb nomlanadi. Markaziy asab tizimining bunday faoliyatga qobiliyati aniqlangandan keyin, harakatlari reflekslar tomonidan emas, balki asosan dasturlar tomonidan boshqariladi degan gipoteza tan olingan va markaziy asab tizimining "dasturlangan tashkiliyligi" to'g'risidagi tasavvur qabul qilingan. Nafas olish, yurish, qashilash - tug'ma dasturlarga misol bo'lib, ularga individning hayoti davrida orttirilgan dasturlar qo'shiladi. Orttirilgan dasturlar ichida sport yoki kasbiy ko'nikmalar (gimnastik harakatlari, mashinkada yozish va h.k.) ham bor bo'lib, ular ma'lum bir tajribalar natijasida deyarli avtomatik darajaga etkaziladi.



Rasm 1.21. Odam qaddi-qomatining tiplari:
a - astenik; b - normostenik; c - giperstenik

Maqsadga yo'naltirilgan funksiyalar va gavda holatining funksiyalari. Muhim moment shundan iboratki, mushak faoliyatining ko'pchilik qismi, tashqi muhitda harakatlarni amalga oshirishga emas, balki gavda holatini hamda gavdani fazodagi holatini to'g'ri tanlash va ushlab turishga yo'naltirilgan. harakatlantiruvchi tizim

tomonidan gavda holati nazorat qilinmasa, odam erga qulab tushađi (xuddi nokautga uchragan bokschi kabi). Undan tashqari, harakatlantiruvchi tizim, gavdani tashqi dunyodagi maqsadga yo'naltirilgan barcha harakatlarini boshqaradi. Ular har doim ham, ish bajarish va gavda holati mexanizmlarining reaksiyasi bilan birga o'tadi, bunda gap harakatga tayyorgarlik to'g'risida-mi yoki holatning harakati davridami, yo harakatdan keyingi korreksiyasi to'g'risidami, farqi yo'q. Gavda holatining funksiyalari va maqsadga yo'naltirilgan funksiyalar o'rtasidagi yaqin aloqa - harakatlantiruvchi tizimning funksional xususiyati hisoblanadi.

Harakatlantiruvchi tizimning yanada murakkab vazifalarni bajarishga moslashishi sekin-asta sodir bo'ladi. Yangi turdagi faoliyatlarni bajarish uchun, mavjud boshqaruv mexanizmlarini o'zgartirish bilan chegaralanish emas, balki qo'shimcha boshqaruv mexanizmlarini shakllantirish yo'li orqali filogenetik rivojlanish sodir bo'ladi. Bunga parallel ravishda, alohida harakatlar markazlari-ning ixtisoslashuvi ham ortadi. Natijada, harakatlar faolligini boshqaruvchi markazlar nafaqat shajara tizimining elementlarini tashkil qiladi, balki bir vaqtning o'zida, hamkor sifatida harakat qiladi. quyida keltirilgan sxemada (rasm 1.22) markaziy asab tizimi-ning gavda holati va harakatlarini boshqarishi paytidagi funksiyalari umumlashtirilgan holda ko'rsatilgan. Sxemaning chap tomonida harakatlantiruvchi markazlar, o'ng tomonida, natijaviy harakat aktlariga ularning qo'shishi mumkin bo'lgan ulushlari ko'rsatilgan. Ushbu fazalarning barchasida, sensorli qabul qilishning roli muhimligini aytish lozim.

Sensorli afferent tolalar, orqa miyada motoneyronlar bilan, asosan interneyronlar orqali ko'psonli aloqalarni hosil qiladi. Ushbu aloqalarning qaybiri ishlayotganiga bog'liq ravishda, ma'lum bir harakatlarning faollashuvi yoki tormozlanishi sodir bo'ladi.

Organizm kerakli dasturlardan foydalanadi va bunda, ularni bajarish elementlarini ishlab chiqish uchun yuksak asab markazlarini jalb qilmaydi.

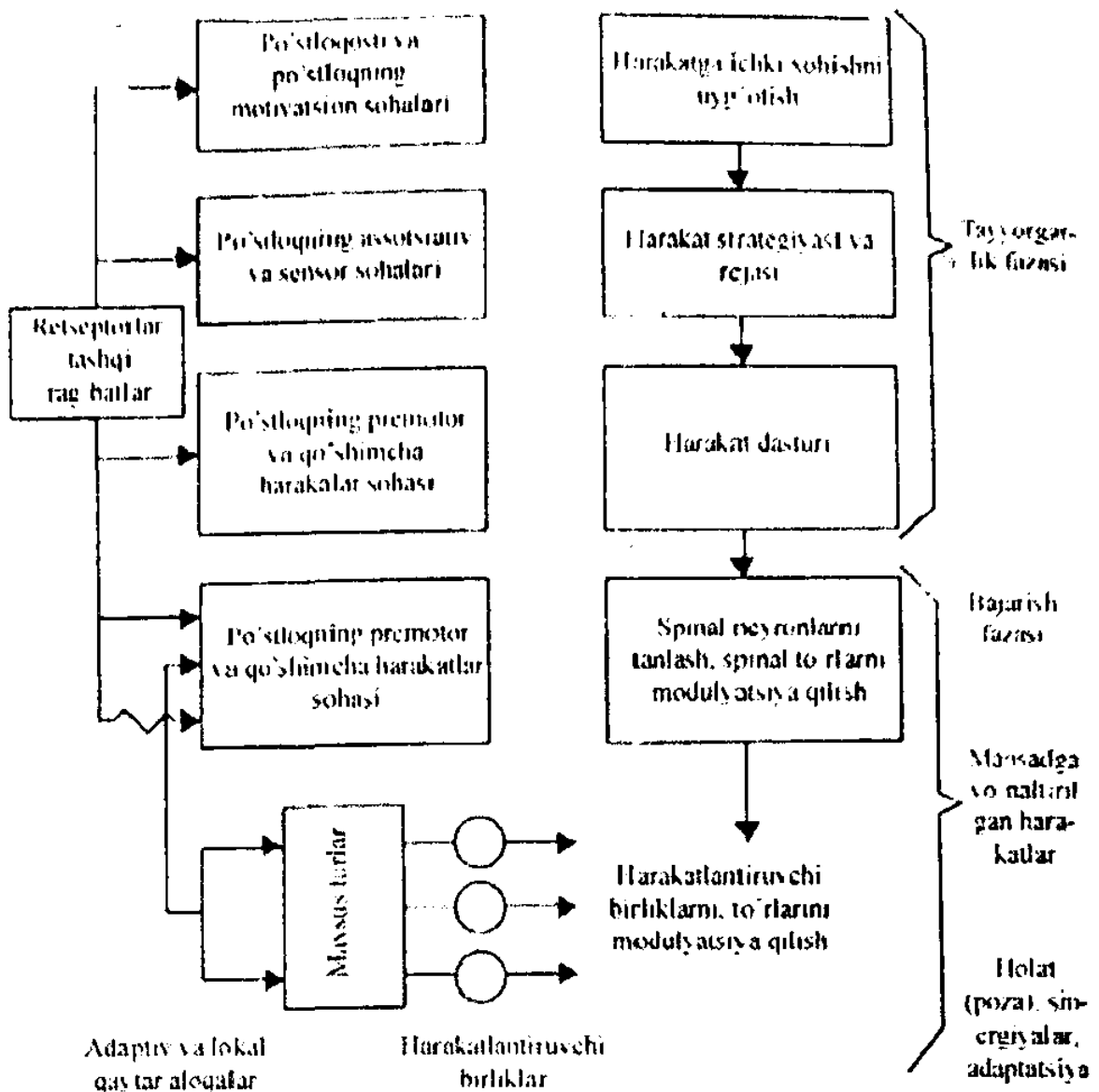
Gavda holati va harakatlarini boshqarishda ishtirok etuvchi asab tizimi markazlari o'rtasidagi aloqalar shajara tartibida berilgan. Soddashtirish maqsadida ayrim yuksak harakat markazlari (miyacha, bazal gangliylar, talamusning harakat bo'limi) ko'rsatilmagan. Ularning ushbu tizimdagi o'rni 1.23-rasmda ko'rsatilgan (Shmidt, Vizendanger, 1966 bo'yicha).

Yuksak harakatlantiruvchi tizimlar, harakatlarni boshqarishda ishtirok etuvchi barcha supraspinal markazlarni o'z ichiga oladi. Gavda holatining funksiyalari va ularni maqsadga yo'naltirilgan harakatlar bilan muvofiqlashuvi asosan miya ustunining tarkibiy tuzilmalari tomonidan nazorat qilinadi. Maqsadga yo'naltirilgan harakatlarning o'zi esa, yanada yuqoriroq darajalarning ishtirokini talab qiladi. Sxemadan (rasm 1.22) ko'rinib turibdiki, harakatga xohish uyg'otish va harakat strategiyasi po'stloqosti motivatsion sohalarda va assotsiativ po'stloqda shakllanadi, keyin esa, harakat dasturiga aylanadi, ular orqa miyaga uzatiladi va u erdan skelet mushaklariga amalga oshirish uchun etkaziladi.

Avvalgi sxemada (rasm 1.22) ko'rsatilmagan harakatlantiruvchi markazlar tushunarli bo'lishi uchun 1.23-rasmda ushbu markazlarni ularning shajarasi doirasidagi o'zaro hamkorliklari ko'rsatilgan.

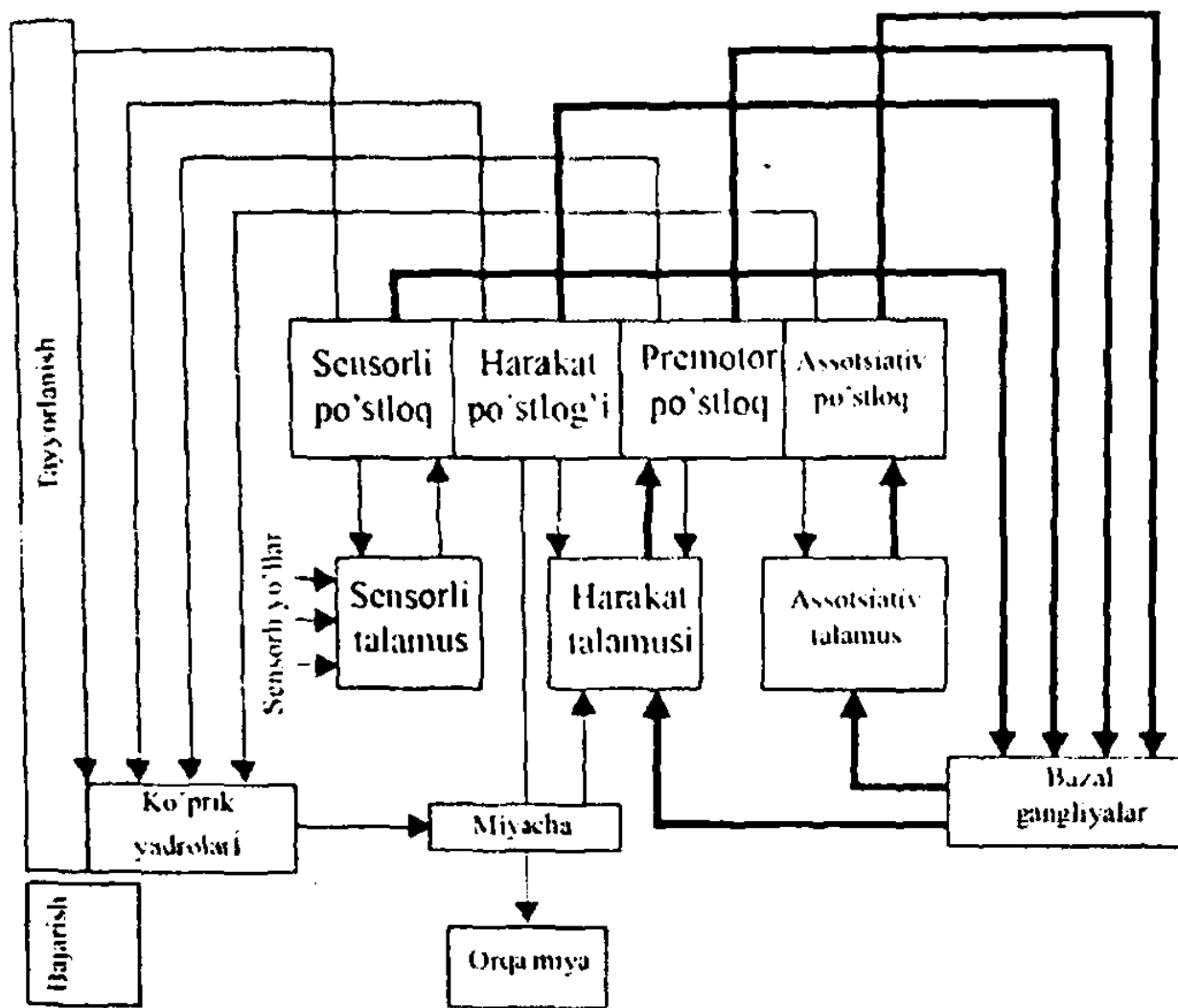
Ushbu ikkala sxemadan (rasm 1.22 va 1.23) ko'rinib turibdiki, sensor axborot va harakatlantiruvchi faoliyat o'zaro juda bog'liq. harakatlarni to'g'ri bajarish uchun, unga javob beradigan barcha tarkibiy tuzilmalarga, periferiyadan gavdaning holati va tuzilgan dasturni bajarilishi to'g'risi-dagi axborot vaqtning har bir lahzasida kelib tushishi zarur. Qo'l-oyoqlarning muvofiq harakatlanishi yordamida odamning atrof-muhitda bir joydan boshqasiga yurishining, ya'ni lokomotsiyaning asosiy tavsiflari orqa miya darajasida dasturlashtirilgan (R.M. Herman et. al., 1976; M.L. Shik, G.N. Orlovsky, 1976).

Odam tik turganda oyoqlarning tayanch roli juda katta. Simmetrik tik turish holatida gavdaning og'irligi ikkala oyoqlarga bir tekis taqsimlanadi, asimmetrik holatda gavda og'irligi oyoqlarning bittasiga ko'proq yoki to'liq tushadi (rasm 1.24). Simmetrik va asimmetrik holatda ham gavdani muvozanat holatida ushlab turish, gavdaning og'irligi markazidan o'tkazilgan vertikal chiziq faqat tayanch yuzasidan o'tgandagina mumkin.



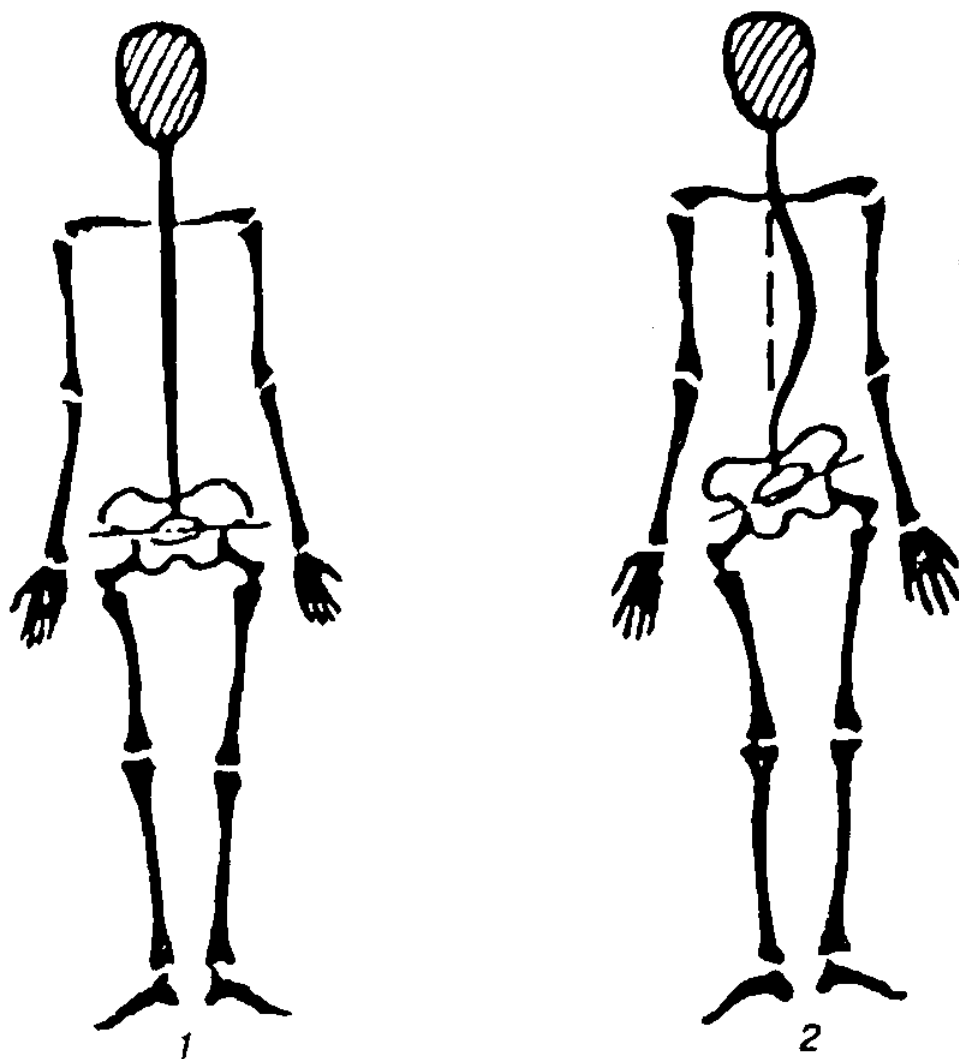
Rasm 1.22. Harakatlantiruvchi tizimning tashkiliy sxemasi

Simmetrik tik turish holati gavda holatiga bog'liq ravishda uch turga ega: normal tik turish, harbiychasiga tik turish va erkin tik turish. Normal tik turish, odatda gavdaning antropometrik o'lchamlarini o'lchash paytida birlamchi holat deb qabul qilingan. Bu, tik turishning shunday turiki, unda gavdaning umumiy og'irlik markazi va tos-son bo'g'inlarining ko'ndalang o'qi bir tekislikda yotadi, tana va besh mo'tadil to'g'ri holatda, tosning egilish burchagi $50-65^{\circ}$, tovonlar birlashtirilgan, oyoq $65-70^{\circ}$ li burchak ostida bir-biridan uzoqlashgan, umumiy og'irlik markazidan tushirilgan perpendikulyar chiziq to'piqlarning ichki tomoni birlashgan joyidagi tepaligini birlashtirib turgan chiziqni kesib o'tadi.



Rasm 1.23. Harakatlantiruvchi tizimdagi aloqalar sxemasi (1.22-rasmda ko'rsatilmagan markazlar ham kiritilgan holda). Yuksak harakatlantiruvchi markazlarning o'zaro hamkorligi ularni bir xil gorizontaldarajada joylashtirish bilan aks ettirilgan (rasm - 1.22.ga qarang). harakatga tayyorgarlik ko'rishda, avvalam bor, bazal gangliyalar va miyacha orqali o'tuvchi ichki aylanmalarning o'ynaydigan roliga alohida e'tibor qaratilgan (Shmidt, Vizendanger, 1966 bo'yicha).

Normal tik turishda gavda muvozanatini saqlash uchun, tos-son bo'g'inlari atrofidagi barcha mushaklar balansni ushlab turish uchun ozgina kuchlanishi zarur. Tizzalarni o'rtalik holatda ushlab turish uning paylarini bir muncha kuchlanishi va keng fassiyani tortib turuvchi mushaklarning tonusi bilan belgilanadi. Boldir-oshiq bo'g'inlarda, gavda-ning og'irligi asosan kambalasimon mushaklarning kuchlanishi bilan muvozanatlashadi. Ushbu tik turishda gavda muvozanatining mustahkamligi oyoqlar frontal tekislikda qo'yilganda ortishi mumkin.



Rasm 1.24. Simmetrik (1) va asimmetrik (2) tik turish

Harbiy tik turishda ("rostlangan" holat), gavdaning umumiy og'irlik markazidan tushirilgan perpendikulyar chiziq oyoqlar asosiy bo'g'inlari (tos-son, tizza bo'g'inlari, boldir-oshiq) ko'ndalang o'qining oldingi qismidan o'tishi bilan tavsiflanadi. Tik turishning ushbu turida tana va bosh to'g'ri holatda, bel lordozi va u bilan birga tosning egilish burchagi $80-90^{\circ}$ gacha ortgan, qorin ichkariga tortilgan, ko'krak qafasi kengaygan bo'ladi. Bu holatda, gavda muvozanatini ushlab turish uchun, xususan, uni oldinga qarab yiqilishini oldini olish uchun gavdaning orqa yuzasi mushaklarini va, ayniqsa, oyoq mushaklarining katta kuchlanishi zarur, bunda dumba mushaklari eng ko'p kuchlanishga uchraydi. Bu tik turish mustahkamlik darajasining pastligi bilan farqlanadi, lekin harakatlanishga o'tish (yurishni boshlash) uchun ancha qulay.

Erkin tik turishda ("qulay holat") tana orqaga tashlanganday ko'rinadi, oyoqlar esa tizza bo'g'inlarida ko'p yoki kam darajada to'g'rilangan, buning oqibatida, umumiy og'irlik markazidan tushirilgan perpendikulyar chiziq orqaga surilgan bo'ladi. Bunda,

gavda ma'lum miqdorda to'liq bo'shashgan, ko'krak kifozi kattalashgan, bel lordozi esa, aksincha kichraygan, tos ancha gorizontal joylashgan (egilish burchagi 40° atrofida), qovurg'alar tushirilgan.

Ushbu tik turish turi, gavdani muvozanatda ushlab turish funksiyasida passiv birlashtiruvchi to'qima elementlarining eng ko'p ishtirok etishi bilan farqlanadi. Bunda, yonbosh-son paylarning roli o'ta muhim bo'lib, ularning tortilishi tanani orqaga yiqilishiga qarshilik qiladi. Tizza bo'g'ini, asosan paylar yordamida to'g'rilangan holatda ushlab turiladi. Boldir-oshiq bo'g'inlardagi muvozanat kambalasimon mushaklarning ozgina qisqarishi hisobiga saqlanadi.

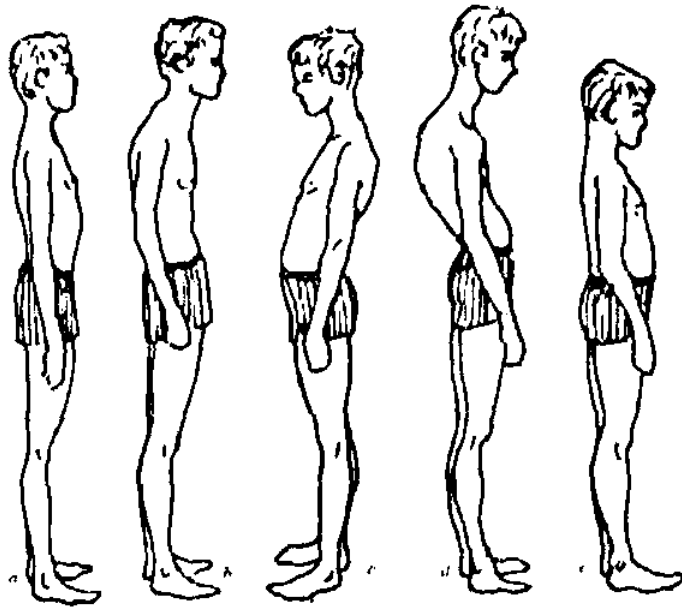
Erkin tik turish eng mustahkam muvozanatni ta'minlaydi va bu muvozanat, oyoqlar elka kengligida qo'yilganda yanada mustahkam bo'lishi mumkin. Ushbu tur tik turishning noqulay ta'siri nafas olish chuqurligi-ning sayozlanishi va kichik tos a'zolarini tos tubidagi mushaklarga bosimi-ni ortishidan iborat.

Tik turish holatining har xil turlaridan gavda qomatini farqlash lozim. Bu, gavda bo'g'inlarini majburiy yoki ongli ravishda o'zaro joylashi-shini ta'minlash emas, balki odamning individual xususiyatlari bilan belgilanadigan gavdani odatdagicha tutishdir (rasm 1.25).

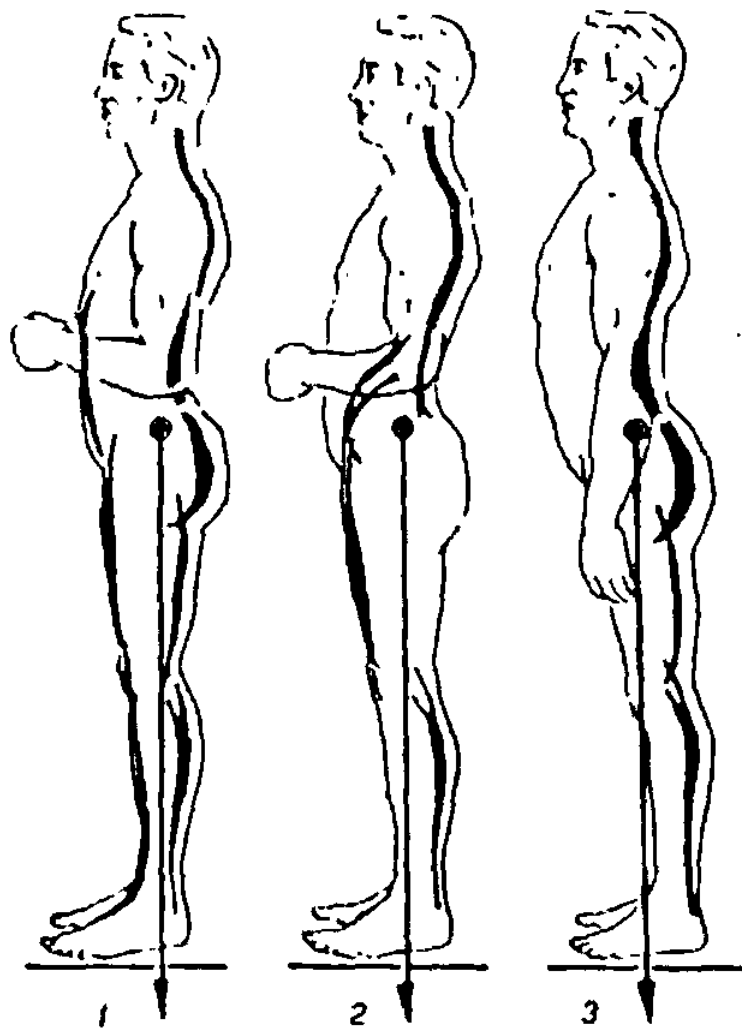
Qomat, umurtqa pog'onasining shakliga, tana mushaklarining rivoj-langani va tonusi, faoliyat turi, yosh va boshqa omillarga bog'liq.

Tinch holatda mushaklarning kuchlanishi (tonusi) yuqori emas. Boshning og'irlik kuchi momenti uni oldinga egishga ko'maklashadi, unga boshni orqaga egishni chaqiruvchi va bo'yinni rostlovchi mushaklarning kuchlanishi qarshilik ko'rsatadi. Umurtqa pog'onasini bukishga intilgan og'irlik kuchlariga uni rostlovchi mushaklar qarshilik qiladi (rasm 1.26). Tosni orqaga engashtirish yonbosh-son va qov-son paylarini tortilishiga qarshilik ko'rsatadi.

Gavda muvozanatini ta'minlashda passiv kuchlardan tashqari oyoqlarning mushaklari (sonni bukuvchi, boldimi rostlovchi va tovonni bukuvchi) ham ishtirok etadi.



Rasm 1.25. Qomatning turlari:
 a - normal; b - engashganroq; c - lordotik; d - kifotik; e - rostlangan (yassi)



Rasm 1.26. Tik turganda gavdaning har xil holatlarida funksional mushaklar guruhlarining qisqarishini ko'rsatuvchi sxema:
 1- antropometrik holat; 2 - tinch holat; 3 - kuchlangan holat

BOB II. SPORT BIOMEXANIKASINING PREDMETI VA METODI

2.1. Biomexanikaning predmeti

Biomexanika - tirik organizm to'qimalari, a'zolari va tizimlarining mexanik xususiyatlari va hayot faoliyati jarayonlari bilan birga o'tuvchi mexanik hodisalar to'g'risidagi fan.

Sport biomexanikasi - o'quv fani sifatida jismoniy mashqlar jarayonida odamning harakatlarini o'rganadi. U, sportchining harakatlar bajarishini o'zaro bog'liq, faol harakatlar tizimi sifatida ko'rib chiqadi (bilish ob'ekti). Bunda, harakatlarning mexanik va biologik sabablarini hamda ularga bog'liq ravishda, turli sharoitlardagi harakatlarni tatqiq qiladi (o'rganish sohasi).

Odamning mexanik harakatlari mazmunini va rolini tushunish uchun harakat to'g'risidagi umumiy va xususan, organizmlarning harakati to'g'risidagi asosiy tushunchalarni ko'rib chiqish lozim.

Harakat - materiyaning yashash shakli sifatida, dunyo kabi turli-tumandir.

Materiyaning rivojlanishida jonsiz materiyadan jonliga, jonli materiyadan ongli, fikr yurituvchiga qarab, uning tashkiliylikini yuksak darajalari shakllangan. Ularning har biri uchun yashash va rivojlanishning murakkab xususiyatlari va qonuniyatlari xarakterlidir. Materiya xarakatlarining oddiy shakllari mexanik, fizik va kimyoviy bo'lsa, murakkab, yuksak shakllari biologik va ijtimoiydir (jamoatchilik munosabatlari, tafakkur).

Harakatlarning har bir murakkab shakli, har doim ham ancha oddiy shakllarini o'z ichiga qamrab oladi. Mexanik harakat eng oddiy shakl bo'lib, u hamma joyda mavjud. Lekin, harakat shakli qanchalik yuqori bo'lsa, mexanik shaklining ahamiyati shunchalik past bo'ladi. Demak, harakat har bir bosqichda mos ravishdagi ancha yuqori shakli bilan sifat jihatdan tavsiflanadi. Shunday qilib, yuksak shakllarning har biri shaxsiy sifat xususiyatiga ega va tuban shakllarga yaqinlashmaydi. Shu bilan birga, yuksak shakllar tuban shakllar bilan uzviy bog'langan.

Biomexanika tomonidan o'rganiladigan odamning harakatlarni bajarishi, o'z ichiga mexanik harakatlarni oladi. Aynan mexanik harakatlar, odamning harakatlarni bajarishidagi bevosita maqsadni o'zida mujassam qiladi (o'zining yurishi, snaryadni harakatlantirish, raqibini, hamkorini harakatlantirish va h.k.). Lekin, mexanik harakatlanish, harakatlarning bajarilishida ancha yuksak shakldagi harakatlarni belgilovchi darajadagi ishtiroki bilan amalga oshiriladi. Shuning uchun, biologik mexanika jonsiz jismlar mexanikasiga nisbatan kengroq va ancha murakkab hamda sifat jihatidan farq qiladi.

Tirik tizimlardagi mexanik harakatlar quyidagi sifatlarda namoyon bo'ladi: 1) barcha biotizimni uni qurshab turganlarga nisbatan (atrof-muhit, tayanch, fizikaviy jismlar) harakatlanishida; 2) biotizimning o'zini deformatsiyasi (tizim konfiguratsiyasining o'zgarishi) - uning bir qismlarini ikkinchilariga nisbatan harakatlanishi.

Nyutonning asosiy mexanika qonunlari, deformatsiyaga uchramaydigan abstrakt absolyut qattiq jismlarning harakatlanishini yoritadi. Bunday jismlar tabiatda mavjud emas. qattiq deb nomlanadigan bunday jismlarda deformatsiya shunchalik kichkina bo'ladiki, ular ko'pincha hisobga olinmaydi. Tirik tizimlarda esa, ular qismlarining nisbiy joylashishi sezilarli darajada o'zgaradi. Ushbu o'zgarishlar, aynan odam harakatlari hisoblanadi. Tirik qismlarning o'zi (masalan, umurtqa pog'onasi, ko'krak qafasi) ham ayrim vaqtlarda sezilarli deformatsiyalanadi. Shuning uchun, tirik tizimning harakatlanishini o'rganishda, ish kuchi gavdaning umuman harakatlanishi va deformatsiyalarga ham sarflanishi nazarda tutiladi. Bunda doimo, energiyaning yo'qotilishi va uni tarqalishi mavjud. Tabiatda toza holdagi mexanik harakatlar mavjud emas, u doimo mexanik energiyani boshqa turdagi energiyaga (masalan, issiqlik energiyasiga) aylanishi va uni yo'qotilishi bilan birga sodir bo'ladi.

Sport biomexanikasida o'rganiladigan odamning mexanik harakatlari tashqi mexanik kuchlar (og'irlik, ish qilinish va ko'pchilik boshqalar) va mushakning tortish kuchi ta'siri ostida amalga oshadi. Mushakning tortish kuchi markaziy asab tizimi tomonidan boshqariladi va shundan kelib chiqqan holda fiziologik jarayonlar bilan belgilanadi.

Shuning uchun, jonli harakatlar tabiatini to'liq tushunish uchun nafaqat harakatlar mexanikasining o'zinigina o'rganish, balki ularning biologik tomonlarini ham ko'rib chiqish zarur. Aynan ularning biologik tomonlari mexanik kuchlarning tashkillashish sabablarini belgilaydi. Shuni bilish zarurki, tirik dunyo uchun mexanikaning alohida qonunlari mavjud emas. Tirik tizimlar abstrakt, absolyut qattiq jismlardan qanchalik farq qilsa, tirik organizmlarning harakatlari absolyut qattiq jismlarning harakatlariga nisbatan shunchalik murakkabdir. Shundan kelib chiqqan holda, jonli ob'ektlarga nisbatan mexanikaning umumiy qonunlarini tatbiq etishda nafaqat ularning mexanik xususiyatlarini, balki biologik xususiyatlarini (masalan, odam harakatlarini sharoitlarga moslashishining sabablarini, harakatlarni takomillashtirish yo'llarini, charchashning ta'sir ko'rsatishini) ham hisobga olish kerak.

Odamning harakatlar faoliyati harakatlarni bajarish ko'rinishida amalga oshiriladi. harakatlarni bajarish, ko'pchilik o'zaro bog'liq harakatlardan (harakatlar tizimidan) tashkil topadi.

Odamning harakatlar faoliyati - eng murakkab hodisalardan biri hisoblanadi. Ularning murakkabligi harakat a'zolarining funksiyalari oddiy bo'lmaganligidagina emas, balki unda eng yuksak tashkillashgan materiya - miyaning mahsuloti bo'lmish ongning ishtirok etishida hamdir. Shuning uchun, odamning harakatlar faoliyati hayvonlarnikidan juda katta farq qiladi. Bu erda, birinchi navbatda, odam tomonidan amalga oshiriladigan harakatlarning maqsadga yo'naltirilgan ongli faolligi, ularning mazmunini tushunishi, o'z harakatlarini nazorat qilish va reja asosida takomillashtirish imkoniyati mavjudligi to'g'risida gap yuritilmoqda. Odam va hayvonlarning harakatlari o'rtasidagi o'xshashlik faqat biologik darajada mavjud. Jismoniy tarbiy jarayonida, odam harakatlar faoliyati yordamida o'zining shaxsiy tabiatini faol qayta o'zgartiradi va jismonan takomillashadi. Inson ilmiy-texnik taraqqiyot imkoniyatlaridan foydalangan holda, qolaversa harakatlar faoliyati (harakatlarni amalda bajarish, xat-yozuv, nutq va h.k.) vositasida dunyoni qayta o'zgartiradi. Odamning harakatlar faoliyati uning amaliy harakatlaridan iborat.

Harakat faoliyati, mushaklarning ishlashi oqibatida chaqiriladigan va boshqariladigan ixtiyoriy faol harakatlar yordamida amalga oshiriladi. Inson o'z idroki

bo'yicha, ixtiyoriy ravishda harakat qilishni boshlaydi, ularni o'zgartiradi va maqsadiga erishgandan keyin to'xtatadi. N.A.Bershteynning fikricha, inson normada shunchaki harakatlarni emas, balki amaliy harakatlarni bajaradi. Insonning amaliy harakatlari doimo maqsadga va ma'lum bir mazmunga ega. Nyuton shunday savoini qo'ygan: "Jismlar harakati qay tarzda idrokka amal qiladi?", ya'ni qo'yilgan maqsadga erishadi. Lekin, hozirgi vaqtdagina, insonning maqsadga yo'naltirilgan (ixtiyoriy) harakatlari mexanikasi, harakatlar maqsadidan kelib chiqqan holda ishlab chiqilmoqda (G.V. Korenev, 1977).

Gavda alohida qismlarining harakatlari boshqariladigan harakatlar tizimiga, bir butun aklarga birlashtirilgan (masalan, gimnastik mashqlar, chang'ida harakatlanish usullari, basketbol o'yini usullari). harakatlar tizimi tarkibiga gavda alohida qismlarining (bo'g'inlarda) va ayrim hollarda butun gavdaning holatini faol ushlab turish ham kiradi. Har bir harakat, bir butun harakatlar tarkibida o'zining rolini bajaradi va maqsadga, u yoki bu holatda mos keladi. Agar sportchi, o'zining har bir harakatida maqsadni ko'ra bilsa va uni amalga oshirsa, uning amaliy harakatlari ham, maqsadga yaxshiroq erishishiga olib keladi.

Biomexanikada harakatlarning sabablari mexanika va biologiya nuqtai nazaridan ko'rib chiqilishiga qaramasdan, ularning qonuniyatlariga o'zaro bog'liqlikda qarash lozim, ya'ni bunda, harakatlarni maqsadga yo'naltirilgan holda boshqarilishida inson ongingning rolini hisobga olish kerak. Aynan mexanik va biologik qonuniyatlarning o'zaro bog'liqligi biomexanikaning o'ziga xos tomonlarini ochish imkoniyatini beradi. Ushbu o'ziga xos tomonlaridan foydalangan holda harakatlarni ongli boshqarish, ularni turli sharoitlarda bajarishda samarasini yuqori bo'lishini ta'minlaydi.

2.2. Sport biomexanikasining vazifalari

Har qanday ilm sohasining vazifalari uning mazmunini - nazariyasi va usullarini belgilaydi. Nazariya va usullar ushbu vazifalarni echish uchun ishlab chiqariladi. Umumiy vazifa, ta'limot sohaslarining barchasini butunligicha qamrab oladi, xususiy vazifalar esa, o'rganilayotgan hodisalarning aniq masalalarini o'rganishda muhimdir.

Sport biomexanikasida inson harakatlarini o'rganishning umumiy vazifasi - qo'yilgan vazifaga ancha mukammal erishish uchun kuchni ishlatish samaradorligini baholashdan iborat.

Sport biomexanikasida harakatlarni o'rganish, oxir oqibat, harakat amallarini mukammal usullarini topish va ularni yaxshiroq bajarishni o'rgatishga yo'naltirilgan. Shuning uchun ham, u, yorqin namoyon bo'lgan pedagogik yo'nalishga ega. Harakat amallarining ancha mukammal usullarini ishlab chiqishni boshlashdan avval, ularning mavjudlarini baholash zarur. Bundan, o'rganilayotgan harakat amallarini bajarish usullarining samaradorligini aniqlash vazifasi kelib chiqadi. Ularning samaradorligi nimalarga bog'liqligini, ularni qanday sharoitlarda va qanday yaxshiroq bajarish kerakligini bilish zarur. Buning uchun, ularning mukammallik darajasini, qo'yilgan maqsadlarga harakatlarning mos kelishi sifatida baholash kerak. Biomexanika "harakatlar va kuchlanishlardan olingan mexanik energiya, qanday qilib amalda qo'llanish holatiga o'tishi mumkin" ekanligini tadqiq qiladi. Sportda, ushbu asosiy vazifani eng to'liq echimini topishga, ilmiy asoslangan mashq jarayonlarini tashkil qilish uchun zarur bo'lgan material imkoniyat beradi.

Sport biomexanikasining xususiy vazifalari quyidagi asosiy vazifalarni o'rganishdan iborat: 1) sportchi gavdasining tuzilishi, xususiyatlari va harakat funksiyalari; 2) ratsional sport texnikasi; 3) sportchini texnik jihatdan takomillashuvi.

Harakatlarning xususiyatlari harakatlanuvchi ob'ektga, ya'ni inson gavdasiga bog'liq bo'lganligi tufayli, sport biomexanikasida (biomexanika nuqtai nazaridan) tayanch-harakat apparatining tuzilishi, yoshga oid va jinsiy xususiyatlarini hisobga olgan holda tayanch-harakat apparatining mexanik xususiyatlari va funksiyalari (harakatlarning sifat ko'rsatkichlari bilan birga), mashq qilganlik natijasidagi tayyorgarlik darajasini ta'siri va hokazolar o'rganiladi. Demak, birinchi guruh vazifalar - sportchilarning o'zlarini o'rganish, ularning xususiyatlari va imkoniyatlarini o'rganishdan iborat.

Musobaqalarda samarali ishtirok etish uchun, sportchi o'ziga to'g'ri kelgan ratsional texnikaga ega bo'lishi kerak. Sportchi harakat amallarining mukammalligi, ularning qanday harakatlardan va qanday tuzilgan ekanligiga bog'liq. Shuning uchun

sport biomexanikasida harakatlarning turli guruhlari xususiyatlarini va ularni takomillashtirish imkoniyatlari sinchiklab o'rganiladi. Mavjud sport texnikasi o'rganiladi hamda yanada ratsional yangi texnikalar ishlab chiqiladi. Mashq jarayonida sport texnikasining o'zgarishi to'g'risidagi ma'lumotlar, sportchini texnik jihatdan mukammal darajaga etkazish usullarining asosini ishlab chiqish imkoniyatini beradi. Ratsional texnikaning xususiyatlaridan kelib chiqqan holda, uni tuzishning ratsional yo'llari, sport mahoratini kuchaytirishning vositalari va usullari aniqlanadi.

Shunday qilib, sportchilarni texnik jihatdan tayyorlashning biomexanik asoslari quyidagilarni nazarda tutadi: mashq quluvchilarning xususiyatlari va tayyorgarlik darajasini aniqlash; ratsional sport texnikasini rejalashtirish; maxsus jismoniy va texnik tayyorgarlik uchun yordamchi mashqlarni tanlash va trenajyorlar yaratish; mashqlarni bajarishda qo'llanilayotgan usullarni baholash va ularning samaradorligi ustidan nazorat o'rnatish.

2.3. Sport biomexanikasining nazariyasi

Sport biomexanikasi - fan va o'quv predmeti sifatida to'plangan bilimlar bilan tavsiflanadi, ular asosiy fikrlarning ma'lum bir tizimiga - biomexanikaning nazariyasiga shakllanadi. Shu bilan birga, bilimlarni olish yo'llari - biomexanikaning usullari ishlab chiqiladi. Nazariya va usullar mos ravishdagi tushunchalar va qonunlarda ifodalanadi, aynan shular biomexanikaning mazmunini ochib beradi.

Harakat amallarini zamonaviy tushunishning asosida tizimli-strukturaviy yondoshuv yotadi. Ushbu yondoshuv inson gavdasini harakatlanuvchi tizim sifatida, harakatlar jarayonini esa, rivojlanuvchi harakatlar tizimi sifatida qarash imkoniyatini beradi.

Tizimli-strukturaviy yondoshuv murakkab ob'ektlar va jarayonlarni (tizimlarni) bir butunligini bilishni o'z ichiga oladi. Sport texnikasiga o'qitish predmeti sifatida qaralganda, ushbu yondoshuv, elementlarning o'zaro hamkorligini hisobga olmagan holda, bir butunni metafizik bo'linishiga qarshi yo'naltirilgan. U, sifat jihatdan murakkab hodisalarni, ushbu bir butunlikni to'liqligini ta'minlovchi ancha oddiy

tarkiblariga mexanistik olib o'tishiga ham qarshi yo'naltirilgan. Inson harakatlarini o'rganishga tizimli-strukturaviy yondoshuv N.A. Bershteynning (1940) g'oyalarida asos solingan harakatlarning tarkibiy-tuzilmaviyligi nazariyasida amalga oshiriladi.

Harakatlarning tarkibiy-tuzilmaviyligi nazariyasida quyidagi asosiy tamoyillar yotadi: 1) harakatlar tizimining tuzilishini tarkibiy-tuzilmaviy tamoyili, aynan ushbu tarkibiy-tuzilmaviy aloqalar harakatlarning bir butunligini va mukammalligini belgilaydi; 2) harakat amallarining bir butunlik tamoyili - harakat amallaridagi barcha harakatlar bir butunlikni, maqsadga erishishga yo'naltirilgan harakatlarning birbutun tizimini hosil qiladi. Harakatlarning har birini o'zgarishi, u yoki bu darajada butun tizimga ta'sir ko'rsatadi; 3) harakatlar tizimining ongli maqsadga yo'naltirilganlik tamoyili - inson ongli ravishda o'z oldiga maqsad qo'yadi, maqsadiga erishish uchun unga muvofiq harakatlarni qo'llaydi va ularni boshqaradi.

Biomexanika nazariyasining asoslariga, harakatlarning mexanik belgilanganligi va reflektor tabiatga ega ekanligining dastlabki shartlari kiradi. Barcha harakatlar mexanika qonunlariga to'liq mos kelgan holda, kelib chiqishi turlicha bo'lgan mexanik kuchlarning ta'siri ostida amalga oshiriladi. Barcha harakatlar uchun, umuman, nervizm tamoyili asosida harakat amallarini boshqarishning reflektor tabiati xarakterlidir. Nazariyaning umumiy qoidalaridan kelib chiqqan holda, ularga asoslanib, ayrim harakatlar guruhlarining qonuniyatlari (zarb berish nazariyasi, surish, uloqtirish va b.) tatqiq qilinadi.

2.4. Sport biomexanikasining metodi

Sport biomexanikasining metodi - bu, tadqiqot qilishning asosiy usuli, hodisalarning qonuniyatlarini o'rganish yo'li. Sport biomexanikasining nazariyasi uning metodini asoslab beradi. Metodi esa yangi ma'lumotlar olish, yangi qonuniyatlarni ochish imkoniyatini belgilaydi.

Sport biomexanikasining metodi o'z asosida, eng umumiy ko'rinishda, miqdoriy xarakteristikalarni, xususan harakatlarni modellashtirishni qo'llagan holda harakatlarning tizimli tahliliga va tizimli sinteziga ega.

Harakatlarni o'rganishda, metodning o'ziga xosligi - harakatlarning tizimli tahlilini va ularning sintezini aniq usullarini belgilashdan iborat. Harakatlar tizimining elementlari tarkibini aniqlash - harakatlar amallarining birbutunligini bilish bosqichi hisoblanadi. Biomexanika eksperimental fan sifatida harakatlarni tajribalarda o'rganishga asoslangan. Uskunalar yordamida harakatlarning miqdor xususiyatlari (tavsiflari) yozib olinadi. Masalan, tezlik, tezlanish tracktoriyalari, bular harakatlarni farqlash, ularni o'zaro taqqoslash imkoniyatini beradi. Ushbu xususiyatlarni ko'rib chiqishda, harakatlar tizimini ma'lum bir qoidalar asosida, uning tarkibiy qismlariga hayolan bo'lib chiqiladi. Ushbu yo'l bilan uning tarkibi aniqlanadi. harakatlarning tizimli tahlili aynan shundan iborat.

Harakatlar tizimi, birbutun sifatida, uning tarkibiy qismlarini oddiygina yig'indisi emas. Tizimning qismlari ko'p sonli o'zaro aloqalar bilan birlashgan bo'lib, bu aloqalar, ularga yangi va ularning qismlariga xos bo'lmagan sifatlarini (tizimli xususiyatlari) beradi. Qismlarning tizimdagi o'zaro aloqalari usullari, ularning o'zaro harakatlari qonuniyatlari ushbu tizimning tarkibiy tuzilmasini ko'rsatadi. Miqdoriy jihatlarini o'rganish orqali elementlar bir-birlariga qanday ta'sir ko'rsatishi aniqlanadi, tizimning birbutunligi sabablari ochiladi. harakat amallarining tizimli sintezi aynan shunda namoyon bo'ladi.

Harakatlarning miqdoriy jihatlarini bo'yicha, yuqori darajadagi tizimli tahlil orqali harakatlar tizimining modellari (fizik, matematik modellari) tuziladi. Elektron hisoblash texnikasidan foydalangan holda harakatlarni boshqarish jarayonlarini o'rganish, harakat amallarining optimal variantlarini izlash boshlanadi. Harakatlar tizimining sintezi, ularni real tuzish, ya'ni sport texnikasini egallash paytida ham nazariy (modellashtirish), ham amaliy ravishda amalga oshiriladi. Harakat amallarining tizimli tahlili va tizimli sintezi bir-biri bilan uzluksiz bog'liq, tizimli-strukturaviy tatqiq qilishda bir-birini to'ldirib turadi.

Zamonaviy biomexanik tadqiqotlarda funksional usul eng ko'p ishlatiladi. Uning yordamida hodisalarning xususiyatlari va holatlari o'rtasidagi funksional bog'liqlik o'rganiladi, ularni ma'lum bir kattaliklar tavsiflaydi, aniq sharoitlar, miqdor jihatdan belgilangan qonun o'rganiladi. Bunda, hodisalarning ichki tuzilmalarini o'rganish

vazifasi qo'yilmaydi, balki faqat uning funksiyasi tatqiq qilinadi. Tizimli-strukturaviy va funksional usullarni qarama-qarshi qo'yish kerak emas. Ishning mohiyatiga ko'ra, mantiqan, avval tizimning tuzilishini tushunishga intilmasdan turib, barcha tizim funksiyasini butunligicha ko'rib chiqiladi. Keyinchalik esa, uning ichki mexanizmlari o'rganiladi. Lekin, qaysi bir bosqichda, ancha chuqur xususiyatlari yana hali o'rganilmagan bo'lib chiqadi va bunda, faqat funksiya o'rganiladi. Yondoshuv va usulni tanlash tatqiqotning vazifalarini qo'yish va shartlariga bog'liq holda belgilanadi.

Sport biomexanikasining metodini, harakatlarning murakkab tizimini bilishning umumiy prinsiplar yo'li sifatida, biomexanik tatqiqotlarning xususiy usullaridan (tavsiflarini ro'yxatga olish va olingan ma'lumotlarni qayta ishlash usullaridan) farqlash lozim. Biomexanikaning metodi har bir biomexanik tatqiqot paytida ham qo'llanilavermaydi. Bundan tashqari, tadqiqotlarning ko'p qismi, xususiy mexanizmlarni yoki harakat aktlarining umumiy ko'rsatkichlarini o'rganishgagina yo'naltirilgan. Tadqiqotlarning yangi mukammal usullarini ishlab chiqish ham juda muhim. Lekin, sport amaliyoti uchun, sport texnikasining bir butun modellarini o'rganish va texnik mahoratni mukammallashtirish predmeti sifatida juda zarurdir. Ushbu vazifani echish uchun harakatlar tizimini tatqiq qilish, ularning ichki tuzilmaviy tashkillashganligini ochish eng to'liq ko'rinishda qo'llaniladi.

Harakatlarni o'rganish paytida aniqlanadigan qonuniyatlar ko'proq statistik (ehtimollik) xarakterga ega. U, natijalarni ko'pchilik to'liq aniqlab bo'lmaydigan sabablariga bog'liqligi bilan belgilanadi. Bunday qonuniyatlar, xususan, tirik organizmlarga xosdir.

2.5. Sport biomexanikasining rivojlanishi

Sport biomexanikasi umumiy biomexanikaning yutuqlariga bog'liq ravishda XX asrning 70-yillaridan boshlab keskin rivojlana boshladi. Biomexanikani mustaqil fan sifatida yuzaga kelishiga ma'lum bir sharoitlar imkon yaratgan. Bular quyidagilar: fizika va biologiya fanlari sohasida bilimlarning to'planishi; harakatlarni o'rganish usullarining

mukammal va murakkab majmualarini ishlab chiqish hamda ularning tuzilishini yangicha tushunish imkoniyatini bergan ilmiy-texnik taraqqiyotning kuchayishi.

Biomexanikaning paydo bo'lishiga mexanikani, ayniqsa Galiley va Nyuton davridan boshlangan uning yangi yo'nalishi kuchli ta'sir ko'rsatgan. Ulardan ilgari Leonardo da Vinchi "mexanika fani barcha fanlarga nisbatan olijanob va foydaliki, harakatlanish qobiliyatiga ega bo'lgan barcha jonli jismlar uning qonunlari bo'yicha harakat qilar ekanlar" deb ta'kidlagan. Nazariy mexanika, mexanik harakatlarning barcha asosiy qonunlarini o'z ichiga oladi. Hidro- va aerodinamika, materiallarning qarshiliklari, reologiya (taranglik, plastiklik va yoyiluvchanlik nazariyasi), mexanizmlar va mashinalar nazariyasi kabi mustaqil fanlarning umumiy mexanika asosida olingan ma'lumotlari biomexanikada foydalana boshlangan.

Mexanikaning rivojlanishida hal qiluvchi rol o'ynagan matematik fanlar keyinchalik mustaqil bilimlar sohasiga ajralgan. Ularni biomexanikada qo'llash kengayib bormoqda. Bunda, faqatgina yig'ilgan materialni statistik qayta ishlash ustida gap bormaydi, balki tadqiqotlarning mustaqil usullari ham qo'llanilmoqda (xususan, matematik modullashtirish ham).

D. Borelli (vrach, matematik, fizik) o'zining "hayvonlarning harakatlari to'g'risida" nomli kitobi (1679) bilan biomexanikaga fan sifatida asos solgan. Biologik fanlar ichida anatomiya va undan ajralib chiqqan (XVI-XVII asr) fiziologiya fanlarining ma'lumotlari boshqa fanlarnikiga nisbatan ko'proq foydalanilgan. Undan so'ng, funksional anatomiya va, ayniqsa, zamonaviy fiziologiyadagi nervizm g'oyasi biomexanikaga katta ta'sir ko'rsatgan. Shunday qilib, biomexanikaning rivojlanishida asosiy bo'lgan mexanik, funksional-anatomik va fiziologik yo'nalishlar shakllangan va hozirgi vaqtda ham mavjud.

Biomexanikaning asosiy yo'nalishlari birin-ketin paydo bo'lib, parallel ravishda rivojlanishda davom etgan.

Mexanik yo'nalishda qo'llanilgan kuchlarning ta'siri ostida harakatlarning o'zgarishi va mexanikaning qonunlarini odam va hayvonlarning harakatlariga qo'llanilishi to'g'risidagi asosiy g'oyalar yotadi. Odam harakatlarini o'rganishdagi mexanik yondoshuv, avvalam bor, harakat jarayonlarining miqdorlarini aniqlash

imkoniyatini beradi. harakat funksiyalarining mexanik ko'rsatkichlarini o'lchash mexanik hodisalarning fizik mohiyatini tushuntirish uchun o'ta zarurdir. Bu, mexanika asoslari-ning biri hisoblanadi. Fizika nuqtai nazaridan, odam tayanch-harakat apparatining tuzilishi va xususiyatlari hamda harakatlari ochib beriladi. Shu munosabat, mexanik yo'nalish o'z mohiyatini hech qachon yo'qotmaydi. Lekin, sof holdagi mexanik yondoshuv, o'zini oqlamaydigan soddalashtirish uchun, ayrim hollarda asos yaratishi mumkin. Bunda, tirik jismlar fizikasining sifat jihatdan o'ziga xosligini to'g'ri baholamaslikning ma'lum bir xavfi mavjud, sifat jihatdan yuksak hodisalarni oddiy mexanik omillar bilan tushuntirishning mexanik an'anasi yuzaga kelishi mumkin.

Funksional-anatomik yo'nalishda tirik organizmda shakl va funksiyalarning birligi va o'zaro bog'liqligi to'g'risidagi g'oyalari yotadi. Bu yo'nalish, ko'pincha bo'g'inlardagi harakatlarni ta'riflovchi tahlili, gavda holatini saqlash va uning harakatlarida mushaklarning ishtirokini aniqlash bilan tavsiflanadi. hozirgi vaqtda, mushaklarning elektr faolligini yozib olish (elektromiografiya) keng qo'llanilmoqda. Bu usul, harakatlarda mushaklarning ishtirok etish vaqtini va darajasini aniqlash, alohida mushaklar va ularning guruhlarini faolligini muvofiqlashtirish imkonini beradi. Biomexanik tizimlarning morfologik xususiyatlarini bilish jismoniy tarbiyada, xususan sportda jismoniy hamda texnik tayyorgarlikni ancha chuqur va to'g'ri asoslashni ta'minlaydi.

Fiziologik yo'nalishda - harakat faoliyatida harakatlarni boshqaruvchi jarayonlarning mohiyatini ochib beradigan nervizm g'oyalari, organizm funksiyalarining tizimlilik va energetik ta'minot g'oyalari yotadi. Biomexanikaning fiziologik yo'nalishi nervizm g'oyalari, oliy asab faoliyati to'g'risidagi ta'limot va neyrofiziologiyaning oxirgi ma'lumotlari ta'siri ostida shakllangan. Harakat amallarining reflektor tabiatga ega ekanligi, organizm va muhitning o'zaro hamkorligida asabli boshqaruv mexanizmlarining rolini fiziolog olimlarning ishlarida ochilishi, odam harakatlarini o'rganishning fiziologik asosini tashkil qiladi. Markaziy asab tizimining boshqaruv mexanizmlarini va asab-mushak apparatini keng tadqiq qilish, harakatlarni boshqarish jarayonining benihoyat murakkabligi va mukammalligi to'g'risida tushuncha beradi.

N.A. Bershteynning tadqiqotlari harakatlarni boshqarishning o'ta muhim prinsipini aniqlash imkonini bergan. harakatlarni boshqarish quyidagilar vositasida amalga oshiriladi: 1) asab tizimi impulslarini harakatni bajarish sharoitlariga qarab aniq borishi yo'li; 2) harakat vazifalaridan chetga chiqishni bartaraf qilish (korreksiya). N.A. Bershteynning neyrofiziologik konsepsiyasi odam harakatlarini o'rganishda biomexanikaning zamonaviy nazariyasini shakllanishiga asos bo'lgan.

BOB III. KINEMATIK TAVSIFLAR

Kinematik harakatlar tatqiq qilinganda odam gavdasining mexanik holati va harakat funksiyalarining hamda harakatlarning o'zini miqdoriy jihatdan ko'rsatkichlari o'lchanadi. Ya'ni, umuman gavda va uning qismlarini (bo'g'inlarini) biomexanik tavsiflari (kattaliklari, proporsiyalari, massasining taqsimlanishi, bo'g'inlardagi harakatchanligi va b.) va harakatlari ro'yxatga olinadi. Shunday qilib, biomexanik tavsiflar deganda, biotizim mexanik holatining o'lchamlari va ularning o'zgarishlari (xulq-atvori) nishuniladi. Biotizimning mexanik holati va xulq-atvori o'zgaruvchan xarakteri bilan farqlanadi. Biomexanik tavsiflar, odam gavdasini mexanik harakatlanuvchi ob'ekt sifatida ifodalaydi. Bu erda shuni tushunish lozimki, texnik uskunalarning texnik tavsiflari deganda uning parametrlari nazarda tutilsa, biomexanikada parametrlar - bu, o'rganilayotgan jarayonning eng muhim tavsiflari hisoblanadi. Tizimli tahlil (harakatlar tizimining tarkibini aniqlash) uchun, tavsiflar turli harakatlarni farqlash imkoniyatini beradi. Tizimli sintez (harakatlar tarkibiy tuzilmasini aniqlash) uchun, biomexanik tavsiflar bir harakatni boshqasining ta'siri ostida o'zgarishini aniqlash imkoniyatini beradi.

Miqdoriy ko'rsatkichlar o'lchanishi yoki hisoblanishi mumkin, chunki ular ma'lum bir son miqdoriga ega va bir o'lchamni boshqasi bilan aloqasini ifodalaydi (masalan, tezlikni olsak, u, bosib o'tilgan yo'lni unga sarflangan vaqt bilan aloqasini ko'rsatadi). Miqdoriy tavsiflarni o'rganish orqali aniqliklar beriladi (bu nima) va o'lchash usuli belgilanadi (nima o'lchanadi). Sifat tavsiflari, miqdor o'lchamlarisiz, odatda so'z bilan ifodalanadi (masalan, taranglashgan, erkin, ravon, sapchigan holda).

Mexanika fanida, mexanik harakatlarni o'rganadigan, lekin bu harakatlarning sababi ko'rib chiqilmaydigan qismi kinematika deb nomlanadi (yunoncha kinema - harakat). Sportning har xil turlarida odam gavdasi (uning qismlarini) hamda har qanday sport snaryadlarining harakatlarini ifodalash sport biomexanikasining ajralmas qismi hisoblanadi. Demak, odam harakatlarining kinematikasi harakatlar geometriyasini (fazoviy shaklini) va ularning ma'lum bir vaqt ichida o'zgarishlarini (ya'ni xarakteri,

massasi va ta'sir ko'rsatuvchi kuchlarni hisobga olmagan holda) aniqlaydi. Bu, umumiy holda harakatlarning tashqi ko'rinishini beradi.

Kinematik tavsiflar gavda va uning bo'g'inlari kattaliklarini hamda har xil sportchilarda harakatlarning kinematik xususiyatlarini taqqoslash imkoniyatini beradi. Ushbu tavsiflarni hisoblash orqali sportchilar texnikasini individuallashtirish, aynan shu sportchilar uchun harakatlarning optimal xususiyatlarini izlab topish mumkin.

3.1. Mexanik harakat

Ko'pchilik holatlarda, bizni qiziqtirayotgan jismlarning o'zaro joylashishi vaqt o'tishi bilan o'zgaradi va ushbu o'zgarishlar amaliy ahamiyatga ega. Masalan, Erni o'z o'qi atrofida aylanishi kun va tunni o'rin almashishini chaqiradi, Erni quyosh atrofida aylanishi esa - fasllarning almashishiga olib keladi. Bunday o'zgarishlarni ifodalash uchun fizikada mexanik harakatlar tushunchasi kiritilgan.

Mexanik harakatlar - bu, jismning fazodagi holatini boshqa jismlarga nisbatan o'zgarishi hisoblanadi.

Harakatning o'zini ifodalashdan oldin jismning holatini miqdor jihatdan ifodalash usulini tanlash kerak. Buning uchun fizikada dastlabki nuqtadan hisoblash tizimi, ya'ni sanoq tizimi qo'llaniladi.

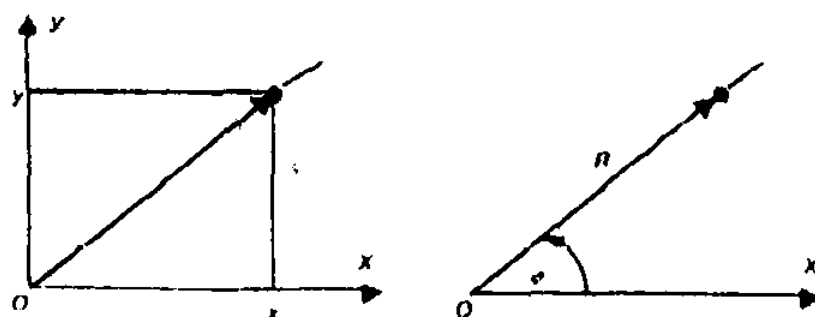
Sanoq tizimi - bu, biror jism bo'lib, unga nisbatan boshqa jismlarning holati ko'rsatiladi va u bilan bog'liq bo'lgan koordinatalar tizimi hamda vaqtni hisoblash uchun soat. Demak, shartli ravishda tanlangan qattiq jismga nisbatan boshqa jismlarning holati vaqtning turli momentlarida aniqlanadi.

Olamda absolyut harakatsiz jismlar mavjud emas, barcha jismlar harakatlanadi. Lekin, ularning ayrimlari shunday harakatlanadiki, ularning tezligi (tezlanishlari) ushbu masalani echish uchun ahamiyat kasb etmaydi va ularni hisobga olmasa ham bo'ladi. Bular, sanoq tizimining inersial ko'rinishi hisoblanadi. Bunday jismlarga Er va u bilan harakatsiz bog'langan jismlar kiradi (yugurish yo'lagi, gimnastik snaryad). Bunday tizimda, tinch holatdagi jismlar kuchlarning ta'sirini sezmaydi, demak ushbu tizimdagi har qanday harakat kuchning ta'sirisiz boshlanmaydi. Boshqa jismlar esa, tezlanish bilan

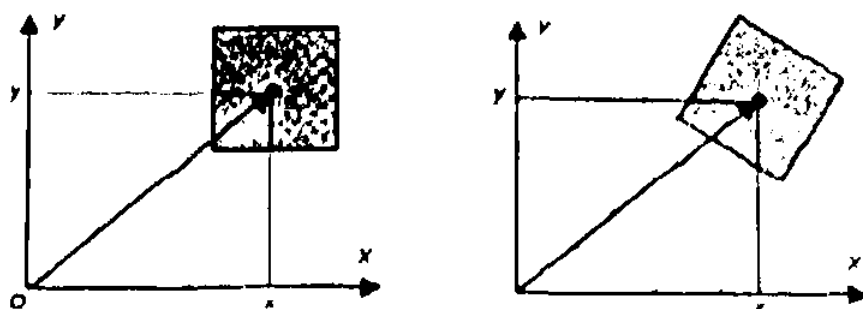
harakat qiladi va bu tezlanishlar ushbu masalani echishga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Bular sanoq tizimining noinersial ko'rinishi hisoblanadi (sirg'anayotgan chang'i, mayatnikning tebranishi). Bunday holatlarda, harakatlanish xususiyatlarini hisoblash usullari va tushuntirish o'zgacha bo'ladi va ularni, albatta hisobga olish kerak. Sanoq boshi (jism) bilan masofaning boshlanishi va yo'nalishini o'lchashni bog'lashadi va dastlabki hisoblash birligini belgilashadi. Sport natijasini to'g'ri aniqlash uchun musobaqalarning qoidalarida qaysi nuqtadan (hisoblashni boshlash punkti) hisoblash boshlanishi belgilanadi (chang'ini qotiradigan uskunaning balandligi bo'yicha, sprinter ko'krak qafasining oldingi nuqtasi bo'yicha, uzunlikka sakrovchi sportchining oyoqlari erga tekkanida uning oyoq izlarini ketingi qirrasini bo'yicha va h.k.).

Sanoq jismini, koordinatlar tizimini va unda joylashgan nuqtaning boshlanishini tanlash echilayotgan masalaga bog'liq. Masalan, marafonchi sportchining distansiyadagi holatini ko'rsatish uchun koordinatlar tizimini Er bilan bog'lash, sanoq nuqtasini esa start boshlangan joyga joylashtirish zarur. Agar, turnikda aylanma mashq bajarayotgan gimnast sportchining harakatlanishini ifodalash talab qilinsa, unda koordinatlarning boshlanishini turnikning ko'ndalang qismi bilan bog'lash kerak. Koordinat tizimining tanlanadigan tipi ham echilayotgan masalaning xususiyatlari bilan belgilanadi.

Fizikada koordinata tizimlarning ikkita asosiy tipi ishlatiladi: to'g'riburchakli va qutbli (rasm 3.1). To'g'riburchakli tizimda jismning holati uning koordinatalari yordamida ikkala o'qlar bo'ylab ko'rsatiladi. Qutbli tizimda jismning holatini belgilash uchun uni sanoq nuqtasidan uzoqdaligi (R) va jismning radius-vektori tanlangan yo'nalish (X o'q) bilan hosil qilgan burchak (φ) ko'rsatiladi. Shu narsa tushunarliki, kattaligi sezilarli bo'lgan jism uchun bu etarli emas.



Rasm 3.1. Koordinatalar tizimining tiplari



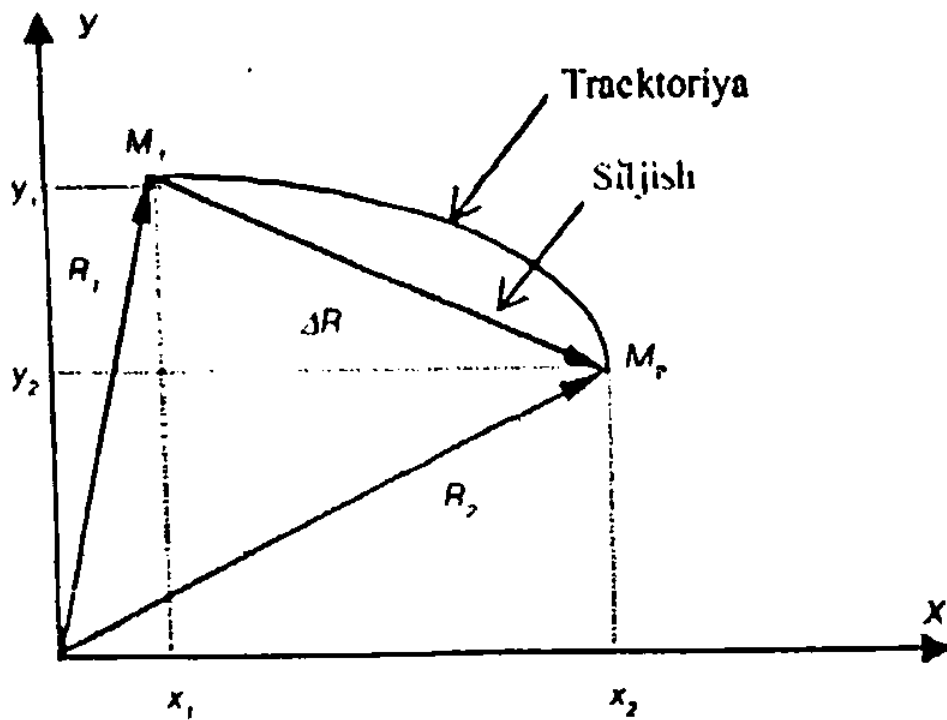
Rasm 3.2. Ikkita bir xil jismlarning holatidagi farqlar

Masalan, 3.2-rasmda kvadratlarning koordinatalar markazlari bir xil. Lekin, ushbu kvadratlarning holatlari har xil. Ko'pchilik holatlarda jismlarning harakatlanishini ifodalash paytida ularning kattaliklari sezilarli ahamiyatga ega emas. Masalan, sayyorlarni quyosh atrofida aylanishini ifodalash paytida ular kattaliklarining ahamiyati yo'q. Bu holda, jismlar - moddiy nuqtalar deb ataladi.

Moddiy nuqta - jism bo'lib, uning kattaliklari va ichki tarkibiy tuzilmasini berilgan shartlarda hisobga olmasa ham bo'ladi.

Jismni moddiy nuqta sifatida hisoblash mumkinmi degan savolga javob, echilayotgan masalaga bog'liq. Yugurayotgan sportchining o'rtacha tezligini aniqlash paytida ($v = \frac{s}{t}$), uning shaxsiy o'lchamlarini hisobga olmasa ham bo'ladi. Shu vaqtning o'zida suvga sakrayotgan sportchi gavdasining harakatlarini ifodalash paytida unga moddiy nuqta sifatida qarash mumkin emas, chunki bu holatda sakrashning turi va uni bajarishning aniqligi ahamiyat kasb etadi.

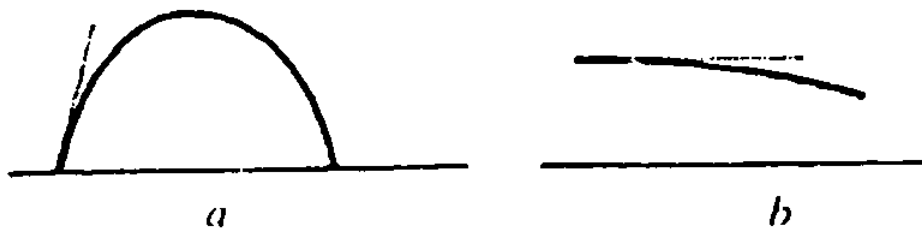
Moddiy nuqtaning harakatlanishini ifodalash uchun qanday tavsiflar qo'llanilishini ko'rib chiqaylik. Harakatlanuvchi nuqta fazoda ma'lum bir uzluksiz chiziqni bosib o'tmoqda, bu chiziq harakatlanish traektoriyasi deb ataladi (rasm 3.3).



Rasm 3.3. Nuqtaning harakatlanish traektoriyasi va uning siljishi

Traektoriya - bu, harakatlanuvchi nuqta sanoq boshiga nisbatan bosib o'tayotgandagi harakatlanish yo'li (chizig'i).

Traektoriyaning uzunligi jism bosib o'tgan yo'l (s) deb nomlanadi. Jismning siljishi (bir joydan boshqa joyga ko'chishi) deb, uning traektoriyasini sanoq boshi bilan oxirgi nuqtasini birlashtiruvchi vektorga aytiladi (ΔR).

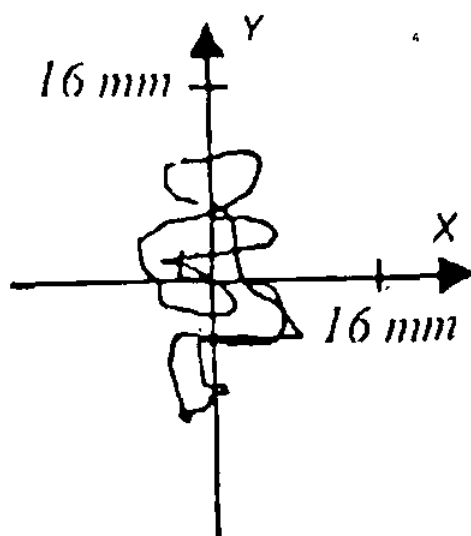


Rasm 3.4. Minomyot snaryadining (a) va o'qning (b) harakatlanish traektoriyasi. Punktir chiziq bilan stvolning orientatsiyasi ko'rsatilgan.

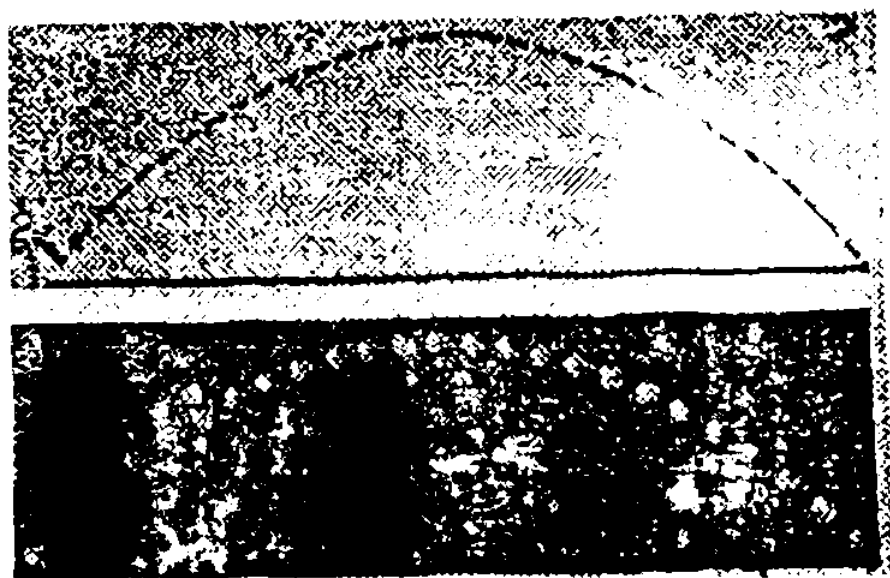
Vaqtning boshlanish momentida (t_1) nuqta M_1 holatda joylashgan bo'lib, bu holat R_1 radius-vektor bilan berilgan (uning koordinatalari x_1 va y_1 bilan belgilangan). Vaqtning oxirgi momentida (t_2) nuqta M_2 holatida joylashgan bo'lib, uning radius-vektori R_2 (koordinatalari - x_2 y_2).

Ayrim real jismlarning traektoriyalari 3.4, 3.5 va 3.6-rasmlarda ko'rsatilgan. 3.4-rasmda minomyot qurilmasidan 75° burchak ostida otilgan snaryadning (a) va miltiqdan

gorizontal yo'nalishda otilgan o'qning (b) harakatlanish traektoriyasi ko'rsatilgan. 3.5-rasmda tik turgan odam g'vardasi massasining gorizontal yuzadagi traektoriyasi ko'rsatilgan (statokinezigramma). 3.6-rasmda koptokning uchishini straboskopik fotosurati ko'rsatilgan.

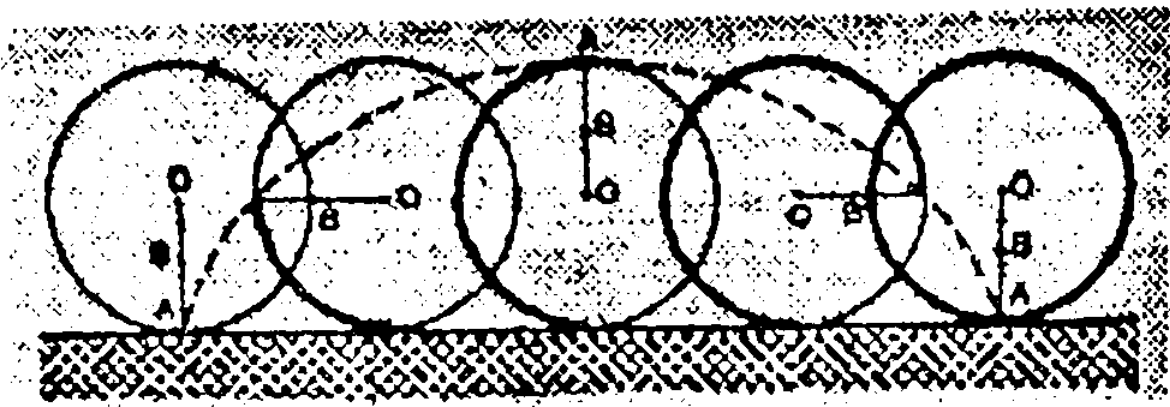


Rasm. 3.5. Tik turgan odamning statokinezigrammasi



Rasm 3.6. Koptokning uchishini straboskopik fotosurati

Sanoq nuqtasi turlicha bo'lganda harakatlanish traektoriyasi har xil bo'ladi. Masalan, aylanayotgan g'ildirakning gardishida joylashgan A nuqtasining traektoriyasi, g'ildirakning o'qi (O) bilan bog'liq tizimda aylana ko'rinishida namoyon bo'ladi va shu vaqtning o'zida, erga nisbatan u - sikloida (punktir chiziq) hisoblanadi (rasm 3.7).



Rasm 3.7. A nuqtasining traektoriyasi:
aylana - g'ildirak o'qiga nisbatan; sikloida - erga nisbatan

Odamning vestibulyar apparati, o'z mohiyatiga ko'ra inersial tizim hisoblanadi. Bu apparat, odamning ichki quloqlarida joylashgan bo'lib, uchta o'zaro perpendikulyar yarimaylana kanallardan va bo'shliqdan (dahlizdan) iborat. quloq dahlizi devorlarining ichki yuzasida va yarimaylana kanallar qismida, tolalar shaklidagi, erkin uchlari bo'lgan sezuvchi asab hujayralari guruhlarini joylashgan. quloq dahlizi va yarimaylana kanallarning ichida shilimshiq massa (endolimfa) mavjud bo'lib, uning tarkibida fosforli nordon tuzlar va kalsiy xlorning mayda kristallari (otolitlar) bor.

Boshning fazodagi harakatlari (tezlanish bilan yoki sust) paytida, inersiya tufayli endolimfa labirintining suyakli devorlari harakatlaridan orqada qoladi va oqibatda, ularga nisbatan qarama-qarshi yo'nalishda siljiydi. Endolimfaning siljishi asab hujayralari tuklarining egilishini chaqiradi, bunda ularda, endolimfa siljishining yo'nalishi va tezlanishining kattaligi to'g'risida markaziy asab tizimiga signal beruvchi impulslar hosil bo'ladi. Ushbu hodisalar, boshning aylanma harakatlari paytida, ushbu yarimaylana kanalda yorqin namoyon bo'ladi. To'g'ri chiziq bo'ylab amalga oshiriladigan harakatlarda analogik hodisalar dahlizda yorqin namoyon bo'ladi, shu bilan birga, ushbu holatda suyuqlikning siljish harakatlari u bilan birga otolit massaning siljishi tufayli kuchaydi.

Vestibulyar apparat, boshqa har qanday biofizik tizim kabi, og'irlik kuchi va inersiya kuchini farqlamaydi, balki ushbu kuchlarning teng ta'sir qilishiga reaksiya qiladi. Agar inersiya kuchlari vestibulyar apparatga vaqti-vaqti bilan ta'sir ko'rsatsa, masalan, qayiqning chayqalishi paytida, unda bu ta'sir dengiz kasalligiga olib kelishi mumkin.

Vestibulyar apparat holatiga odamning fazoda orientirlanish qobiliyati hamda gavda muvozanatini saqlash qobiliyati bog'liqdir. Vestibulyar apparat funksiyasi buzilganda ko'rsatkich barmoqni burun uchiga olib kelib tekkizishda xatolikka yo'l qo'yiladi.

3.2. Tezlik. Harakatlarni vaqt bo'yicha tavsiflari

Fazoda harakatlanuvchi jismning holati qanchalik tez o'zgarishini tavsiflash uchun tezlik deb nomlangan maxsus tushuncha ishlatiladi.

Jismni ma'lum bir uchastkadagi traektoriyasining o'rtacha tezligi deb, uning bosib o'tgan yo'lini harakatlanish vaqtiga nisbatiga aytiladi:

$$\bar{v} = \frac{s}{t} \quad (3.1.)$$

Agar, traektoriyaning barcha uchastkalarida o'rtacha tezlik bir xil bo'lsa, unda bu harakatlanish bir tekis deb ataladi.

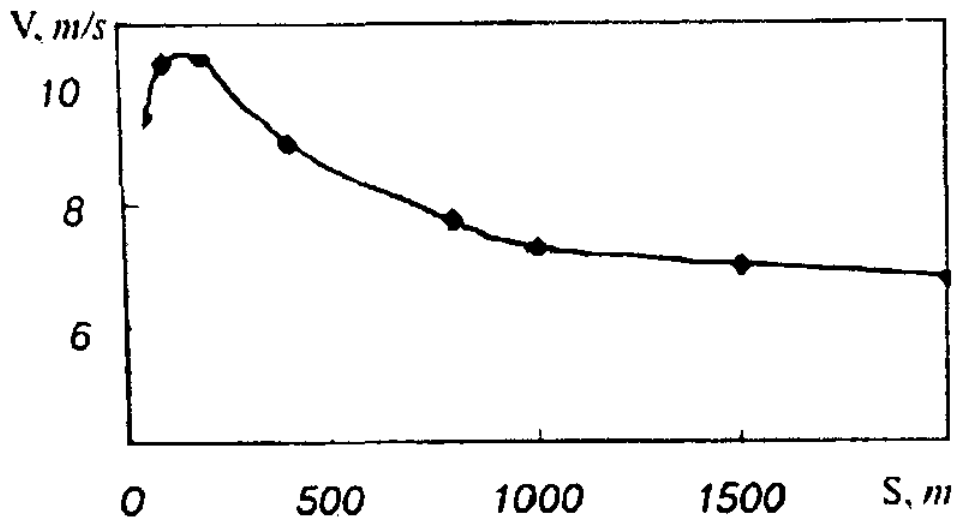
Sport biomexanikasida tezlik to'g'risidagi masala muhim hisoblanadi. Ma'lumki, biron bir masofaga yugurish tezligi ushbu masofaning uzunligiga bog'liq. Sportchi chegaralangan vaqt ichidagina maksimal tezlikda yugurishi mumkin. Stayer yuguruvchilarning o'rtacha tezligi, odatda sprinter yuguruvchilarnikidan past bo'ladi. Quyidagi 3.8-rasmda o'rtacha tezlikni (V) masofaning uzunligiga (S) bog'liqligi ko'rsatilgan.

Ushbu rasmda, bog'liqlik grafigi, erkaklar tomonidan 50 dan to 2000 metrgacha masofaga yugurish paytida erishilgan barcha rekord natijalarning o'rtacha tezligiga mos keladigan nuqtalar orqali o'tkazilgan. O'rtacha tezlik, masofa 200 metrgacha etgunga qadar ortib boradi, keyin esa pasayadi.

Hisoblashni qulay amalga oshirish uchun, o'rtacha tezlikni jismning koordinatalari orqali ham yozib olsa bo'ladi. To'g'ri chiziq bo'ylab harakatlanishda, bosib o'tilgan yo'l oxirgi va dastlabki nuqtalar koordinatlarining farqiga teng. Agar, t_0 vaqt momentida, jism koordinatasi x_0 nuqtada bo'lsa, t_1 vaqt momentida esa,

koordinatasi x_1 nuqtada bo'lsa, unda bosib o'tilgan yo'l $\Delta x = x_1 - x_0$, harakatlanish vaqti $\Delta t = t_1 - t_0$ bo'ladi. Bu holda

$$V_{ur.} = \frac{\Delta x}{\Delta t}. \quad (3.2)$$



Rasm 3.8. Yugurishning o'rtacha tezligini masofaning uzunligiga bog'liqligi

Fizika va matematikada Δ belgisini ishlatish bir xil tipdagi kattaliklarning farqini belgilash uchun yoki juda kichik intervallarni belgilash uchun foydalaniladi.

Umumiy holatlarda, yo'lning turli uchastkalaridagi o'rtacha tezliklar har xil bo'lishi mumkin. quyidagi 3.9-rasmda tushayotgan jism koordinatlari, jism ushbu nuqtalardan o'tadigan vaqt momentlari hamda ajratilgan intervallar uchun o'rtacha tezliklar ko'rsatilgan.

Ushbu rasmda ko'rsatilgan ma'lumotlardan ko'rinib turibdiki, yo'lning barcha qismidagi o'rtacha tezlik (0 dan 5 metrgacha)

$$V_{ur.1} = \frac{\Delta x_1}{\Delta t_1} = \frac{(5-0)}{(1,010-0,000)} = 4,95 \text{ m/s. ga teng.}$$

x, m	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
t, s	0,000	0,319	0,452	0,553	0,639	0,714	0,782	0,845	0,904	0,958	1,010
v_1						4,95					
v_2						6,26					
v_3						6,64					
v_4						6,85					
v_5						6,96					
v						7,00					

Rasm 3.9. O'rtacha tezlikni yo'lning uchastkalariga bog'liqligi

2 metrdan 3 metrgacha bo'lgan intervaldagi o'rtacha tezlik

$$v_{\text{or 2}} = \frac{\Delta x_2}{\Delta t_2} = \frac{(3-2)}{(0,782-0,639)} = 6,96 \text{ m/s. ga teng.}$$

O'rtacha tezlik o'zgarib turadigan harakatlanish notekis harakat deb ataladi.

Biz, bitta nuqta atrofidagi $x = 2,5 \text{ m}$ o'rtacha tezlikni hisobladik. Yuqoridagi 3.9-rasmda ko'rinib turibdiki, hisoblashlar amalga oshirilayotgan intervalning kamayishi bilan o'rtacha tezlik ma'lum bir chegaraga intiladi (bizning misolda bu 7 m.). Ushbu chegara - lahzadagi tezlik yoki traektoriyaning ushbu nuqtasidagi tezlik deyiladi.

Harakatlanishning oniy tezligi, yoki traektoriyaning ushbu nuqtasidagi tezlik deb, shunday chegaraga aytiladiki, unga qarab interval cheksiz kichraygan paytda jismni ushbu nuqta atrofida siljishi vaqtga nisbatan intiladi:

$$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta R}{\Delta t} = \frac{dR}{dt}$$

Tezlikning kattaligi SI tizimida – m/s .

Ko'pincha tezlikni boshqa birliklarda belgilashadi (masalan, $km/soat$ da). Zarurati bo'lganda bunday kattaliklarni SI tizimiga o'tkazish mumkin. Masalan, $54 \text{ km/soat} = 54000 \text{ m} / 3600 \text{ s} = 15 \text{ m/s}$.

Bir o'lchamli holat uchun lahzadagi tezlik jism koordinatasidan vaqt bo'yicha hosilaga teng:

$$v = \frac{dR}{dt} \quad (3.3)$$

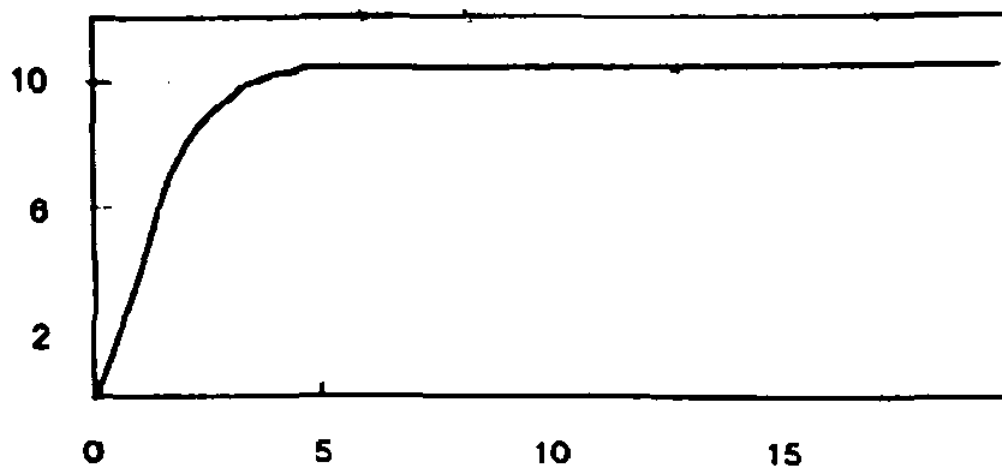
Bir tekis harakatlanishda o'rtacha va oniy tezliklarning kattaliklari bir-biriga to'g'ri keladi va o'zgarmas bo'ladi.

Oniy tezlik - vektorli kattalikdir. Oniy tezlik vektorining yo'nalishi 3.10-rasmda ko'rsatilgan.



Rasm 3.10. Oniy tezlik vektorining yo'nalishi

Yugurish paytida sportchining oniy tezligi o'zgaradi. Bunday o'zgarishlar, ayniqsa sprint yugurishlarida sezilarlidir. Quyidagi 3.11-rasmda bunday o'zgarishlarni 200 metrlik masofa uchun misoli keltirilgan.



Rasm 3.11. Erkaklarning 200 m masofadagi yugurishida oniy tezligini yugurish vaqtiga bog'liqligi

Yuguruvchi sportchi o'z harakatini tinch holatdan boshlaydi va maksimal tezlikka erishguniga qadar tezlikni oshiraveradi. Yuguruvchi erkaklar uchun tezlanish vaqti tahminan 2 s, maksimal tezlik esa 10,5 m/s ga yaqinlashadi. Barcha masofadagi o'rtacha tezlik ushbu ko'rsatkichdan past bo'ladi.

Sportchi o'zining yugurishi paytida maksimal tezlikni uzoq vaqt saqlay olmaydi. Sababi, u, kislorod etishmayotganini seza boshlaydi. Gavda mushaklari tarkibida kislorod zahirada yig'ilgan bo'lib, keyinchalik nafas olish paytida yana kislorod kelib tushadi. Shuning uchun, sprinter sportchi o'zining maksimal tezligini zahiradagi

kislorodni sarflab bo'lguniga qadar ushlab turishi mumkin. Bunday kislorod tanqisligi 300 m masofaga kelib yuzaga chiqadi. Shundan kelib chiqqan holda, uzoq masofalarga yugurishda sportchi o'z tezligini maksimal tezlikdan pastroq darajada ushlab turishi lozim. Masofa qanchalik uzun bo'lsa, tezlik shunchalik past bo'lishi kerak, chunki kislorod butun masofani yugurib o'tish uchun etishi kerak. Faqatgina sprinter yuguruvchilar masofaning oxiriga qadar maksimal tezlikda yuguradilar.

Musobaqalarda sportchi raqiblari ustidan g'alaba qozonishga yoki rekord o'rnatishga intiladi. Yugurish strategiyasi shunga bog'liq. Rekord o'rnatish maqsad qilib qo'yilganda, shunday strategiya tanlanadiki, unda sportchi, finishga etib kelishi momentiga mushaklaridagi kislorod zahirasi to'liq tugashiga olib keladigan tezlikda yuguradi.

Sportda maxsus vaqt tavsiflari qo'llaniladi.

Vaqt momenti (t) - bu, nuqta, jism yoki tizim holatining vaqt o'lchovi bo'lib, uni aniqlashda sanoq nuqtasining boshlanishidan ungacha bo'lgan vaqt oralig'i o'lchanadi. Vaqt momentlari bilan harakatlanish yoki uning ma'lum bir qismini (fazasini) boshlanishi va tugashi belgilanadi. Vaqt momentlari bo'yicha harakatning muddati aniqlanadi.

Harakat muddati (Δt) - bu, harakatning vaqt o'lchami bo'lib, harakat boshlanishi va tugashining vaqt momentlarini farqi bilan o'lchanadi:

$$\Delta t = t_{\text{tugash}} - t_{\text{boshlanish}}$$

Harakat muddati, uni chegaralovchi ikkita vaqt momenti o'rtasida o'tgan vaqt o'lchovidan iborat. Momentlarning o'zi muddatga ega emas. Nuqtaning yo'lini va uning harakatlanish muddatini bilsak, uning o'rtacha tezligini aniqlash mumkin.

Harakat tempi, sur'ati (N) - bu, harakat qaytarilishining vaqt o'lchovi. U, vaqt birligi ichida qaytariluvchi harakatlarning (harakatlar chastotasi) soni bilan o'lchanadi:

$$N = \frac{l}{\Delta t}$$

Bir xil muddatdagi qaytariluvchi harakatlarda, ularni vaqt birligida o'tishini temp (sur'at) tavsiflaydi. Temp - harakat muddatiga qarama-qarshi kattalik. Har bir harakatning muddati qanchalik uzun bo'lsa, temp shunchalik past bo'ladi va aksincha.

Harakat ritmi (bir maromda o'tishi) - bu harakat qismlari nisbatining vaqt o'lchovi. U, vaqt oralig'ining nisbati - harakat qismlarining o'tish muddati bo'yicha aniqlanadi:

$$\Delta t_{2-1} : \Delta t_{3-2} : \Delta t_{4-3} \dots$$

Chaqqonlik - bu, yo'nalishni hisobga olmagan holda masofani bosib o'tish tempi.

3.3. To'g'ri chiziq bo'ylab bir tekis harakat

Bir tekis harakat paytida, jism har qanday bir xil vaqt oralig'ida bir xil yo'lni bosib o'tadi. Bu holatda tezlikning kattaligi o'zgarmas bo'ladi (yo'nalish bo'yicha agar harakat egri chiziq bo'ylab o'tsa tezlik o'zgarishi mumkin).

To'g'ri chizikli harakat paytida traektoriya to'g'ri chiziq hisoblanadi. Bu holatda tezlikning yo'nalishi o'zgarmaydi (tezlikning kattaligi harakat bir tekis o'tmasa o'zgarishi mumkin).

To'g'ri chizikli bir tekis harakat paytida, harakat bir tekis va to'g'ri chiziq bo'yicha sodir bo'ladi. Bu holatda, tezlikning kattaligi ham, yo'nalishi ham o'zgarmaydi.

To'g'ri chizikli harakatni ifodalash uchun X o'qini, odatda harakat chizig'i bo'ylab yo'naltirishadi, jismning holati esa uning koordinatalari yordamida ko'rsatiladi. Bu holatda, siljish kattaligi koordinatalarning farqiga teng. Bir tekis to'g'ri chizikli harakat paytida tezlikni aniqlashni yozaylik:

$$v = \frac{\Delta x}{t} = \frac{(x - x_0)}{t},$$

bunda $x_0 - t = 0$ ga teng bo'lgandagi koordinata, x - joriy vaqt momentidagi (t) koordinata, t - harakat vaqti.

Bundan, koordinatalarni harakat vaqtiga bog'liqligini olamiz:

$$x = x_0 + v \cdot t \quad (3.4.)$$

3.4. Tezlanish. Erkin tushish va uning tezlanishi

Jismning umumiy holatdagi harakatida tezlik vektorining kattaligi ham va yo'nalishi ham o'zgaradi. Ushbu o'zgarishlar qanchalik tez o'tishini tavsiflash uchun maxsus kattalik, ya'ni tezlanish qo'llaniladi.

Jismning lahzadagi tezlanishi yoki traektoriyada berilgan nuqtadan tezlanishi vektorli kattalik deyiladi. Vektorli kattalik, tezlik vektorining o'zgarishlarini, ushbu o'zgarishlar vaqt intervalining chegaralanmagan kamayishi paytidagi vaqt nisbatiga intiladigan chegaraga teng:

$$a = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \left\langle \frac{\Delta v}{\Delta t} \right\rangle$$

Tezlanish kattaliklari SI tizimida $- m/s^2$.

To'g'ri chiziq bo'yicha harakatlanishda, barcha nuqtalardagi tezlik vektorini jism harakatlanayotgan to'g'ri chiziq bo'ylab yo'nalgan bo'ladi. Tezlanish vektorini ham ushbu to'g'ri chiziq bo'ylab yo'nalgan.

To'g'ri chiziq bo'yicha harakatlanish, agar vaqtning har qanday oralig'ida, jismning tezligi bir xil kattalikda o'zgarsa teng o'zgaruvchan deyiladi.

Bu holatda $\frac{\Delta v}{\Delta t}$ nisbat vaqtning har qanday intervali uchun bir xil. Shuning uchun, tezlanishning kattaligi va yo'nalishi o'zgarmay qoladi: $a = const$.

To'g'ri chizikli harakat uchun tezlanish vektorini harakatlanish chizig'i bo'yicha yo'nalgan. Agar, tezlanishning yo'nalishi tezlik vektorining yo'nalishi bilan to'g'ri kelsa, unda tezlikning kattaligi ortadi. Bu holatdagi harakatni teng tezlanishli deb atashadi. Agar, tezlanishning yo'nalishi tezlik vektorining yo'nalishiga qarama-qarshi bo'lsa, tezlikning kattaligi kamayadi. Bu holatdagi harakatni teng susaygan deb atashadi.

Tabiatda tabiiy teng tezlanishli harakat mavjud - bu erkin tushish.

Erkin tushish deb, jismga yagona kuch - og'irlik kuchi ta'sir qilgan paytda uni tushishiga aytiladi.

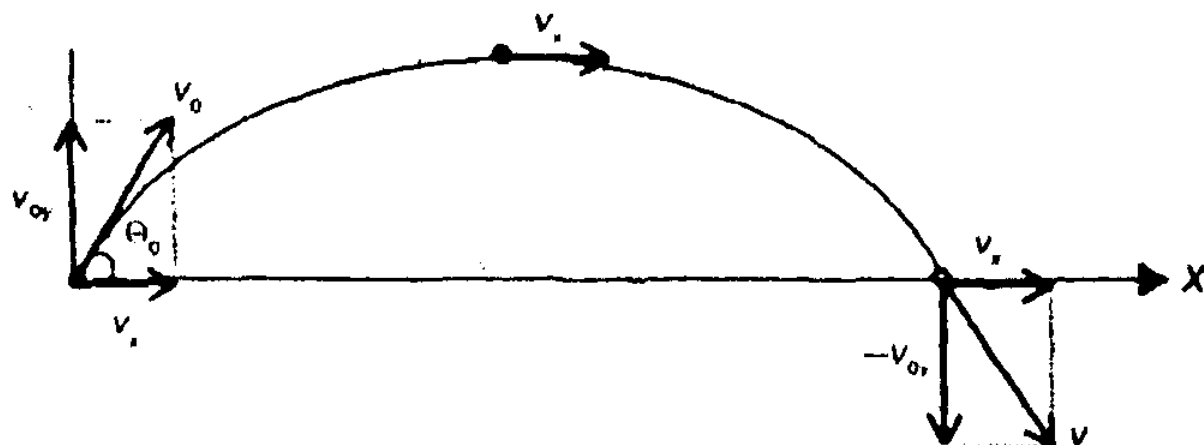
Galiley tomonidan o'tkazilgan tajribalar shuni ko'rsatadiki, erkin tushish paytida barcha jismlar bir xil tezlanish bilan harakatlanadi va uni erkin tushishning tezlanishi deb atashadi hamda g harfi bilan belgilashadi. Erning yuzasiga yaqin joyda $g=9,8 m/s^2$.

Erkin tushishning tezlanishi Erming tortish kuchi bilan belgilanadi va yuqoridan pastga qarab yo'nalgan. Qat'iy aytganda, bunday harakatlanish faqat vakuumda bo'lishi mumkin. Havoda pastga tushishni tahminan erkin deb hisoblash mumkin, agar harakatlanishga havo tomonidan qarshilik ko'rsatuvchi kuch og'irlik kuchidan kichkina bo'lsa.

Erkin tushayotgan jismning harakatlanish traektoriyasi dastlabki tezlik vektorining yo'nalishiga bog'liq. Agar jism vertikal ravishda pastga tashlansa, unda traektoriya - vertikal bo'lak hisoblanadi, harakatlanish esa teng o'zgaruvchan hisoblanadi. Agar, jism vertikal ravishda yuqoriga otilsa, unda traektoriya ikkita vertikal bo'laklardan iborat bo'ladi. Avvaliga, jism teng susaygan holatda harakatlanib ko'tariladi. Eng yuqori ko'tarilgan nuqtasida tezlik nolga teng bo'lib qoladi, undan so'ng, jism teng tezlanish bilan pastga tushadi. Agar, dastlabki tezlik vektori gorizontga nisbatan burchak ostida yo'naltirilgan bo'lsa, unda jismning harakatlanishi parabola bo'yicha sodir bo'ladi. havoning qarshiligi bo'lmagan paytda uloqtirilgan koptok, disk, yadro, uzunlikka sakrayotgan sportchi, uchib ketayotgan o'q va boshqalar aynan shunday harakatlanadi.

Faraz qilaylik, gorizontga burchak ostida otilgan jism (θ_0) dastlabki v_0 tezlikka ega (rasm 3.17).

Harakatlanish, dastlabki tezlik vektori orqali o'tuvchi vertikal yuzada sodir bo'ladi. Koordinatalarning boshlanishini sanoq boshiga joylashtiramiz, koordinata o'qlarini esa gorizont (X) va vertikal (Y) ravishda yuqoriga yo'naltiramiz. Jismning uchish davridagi har qanday nuqtasidagi tezlanishi, uning erkin tushish tezlanishiga (g) teng.



Rasm 3.17. Gorizontga burchak ostida otilgan jismning harakatlanishi

Vektor g ning X o'qqa proeksiyasi nolga teng. Shuning uchun ushbu o'q bo'ylab harakatlanish $v_x = v_0 \cdot \cos(\theta_0)$ tezlikdagi bir tekis hisoblanadi. g vektorning Y o'qqa proeksiyasi - g ga teng. Shuning uchun, ushbu o'q bo'ylab harakatlanish g - tezlanishli va dastlabki tezligi $v_{y0} = v_0 \cdot \sin(\theta_0)$ bo'lgan teng o'zgaruvchan hisoblanadi. Shunday qilib, gorizontga nisbat burchak ostida otilgan jism bir vaqtning o'zida ikkita mustaqil harakatlanishda ishtirok etadi: Gorizont bo'ylab bir tekis harakatlanishda va vertikal bo'ylab teng o'zgaruvchan harakatlanishda. $\theta_0 = 45^\circ$ bo'lganda uchish uzoqligi maksimal bo'ladi.

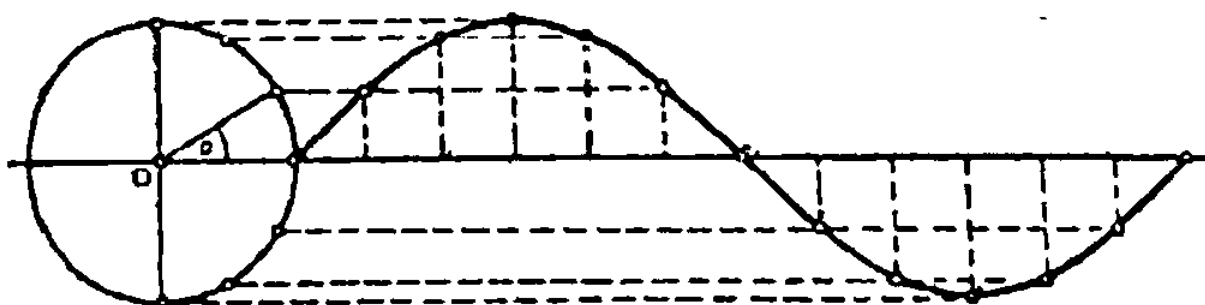
Shuni nazarda tutish lozimki, parabolaning simmetrik nuqtalaridagi tezlik modul bo'yicha bir xil, lekin vertikal proeksiyalarning yo'nalishi qarama-qarshi.

Jism ballistik harakatlanganda X o'qni kesib o'tishi mumkin, agar otishning dastlabki nuqtasi jismning kelib tushadigan nuqtasidan yuqorida joylashgan bo'lsa.

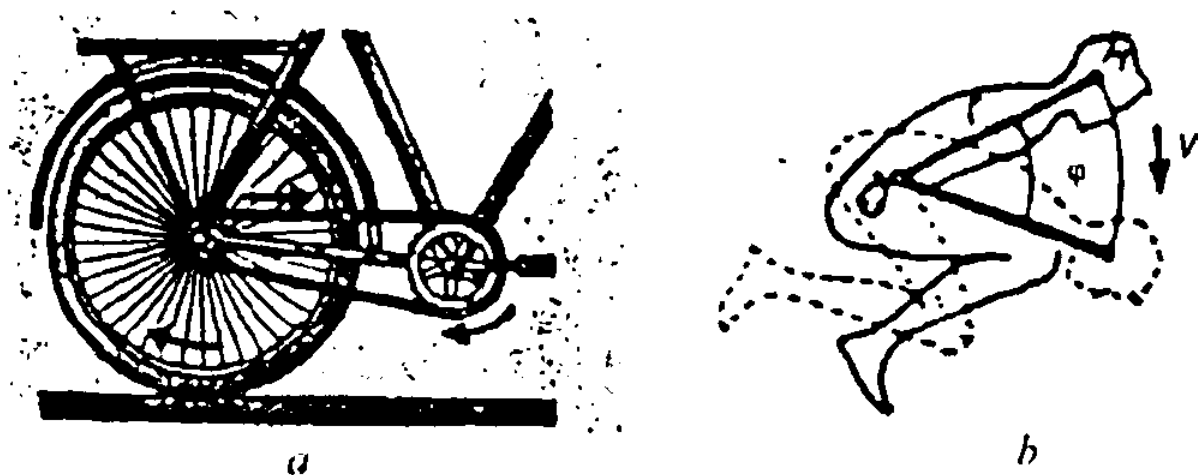
3.5. Aylanma harakatlarni tebranma harakatlar bilan aloqasi

Aylanma harakatlar tebranma harakatlar bilan yaqin aloqada bo'ladi. quyidagi 3.21-rasmda, aylana bo'ylab jism bir tekis harakatlangan paytda, Y o'q bo'ylab uning koordinatasi uyg'unlik qonuniga binoan o'zgaradi (analogik bog'liqlik X o'qi bo'ylab ham mavjud). Bunda, radiusning burilish burchagi soat strelkasiga qarama-qarshi tomondagi gorizont o'qdan hisoblanadi. Ushbu burchak faza deb ataladi (yunon. rhasis - paydo bo'lish).

Aylanma harakatlanish misollari 3.22-rasmda ko'rsatilgan.



Rasm 3.21. Nuqta bir tekis aylangan paytda, uning koordinatalari o'zgarishining tebranuvchi xarakteri



Rasm. 3.22. Aylanma harakatlar:
velosipedning g'ildiragi (a), odam tanasining massa markazi atrofida (b).

Tezlanish kuch tomonidan chaqiriladi. Shundan kelib chiqqan holda, aylana bo'ylab harakat qilayotgan jismga aylananing markaziga yo'naltirilgan kuch ta'sir ko'rsatadi. Ushbu kuch F_u markazga intiluvchi deyiladi. Bunday kuch bilan aylana bo'ylab harakat qilayotgan jismga aloqa ta'sir qiladi. Markazga intiluvchi kuchning rolini tabiati bo'yicha har qanday kuch ham bajarishi mumkin.

Nyutonning ikkinchi qonuniga ko'ra $F_u = ma_u$, chunki markazga intiluvchi tezlanish $a_u = \omega^2 \cdot R$, markazga intiluvchi kuch quyidagiga teng:

$$F_u = \frac{m \cdot V^2}{R} \quad \text{yoki} \quad F_u = m \cdot \omega^2 \cdot R \quad (3.5)$$

Nyutonning uchinchi qonuniga binoan, har qanday ta'sir teng va qarama-qarshi yo'nalgan qarshi ta'sirni chaqiradi. Jismga ta'sir qiluvchi aloqaning markazga intiluvchi kuchiga qarshi, moduli bo'yicha teng va jism aloqaga ta'sir ko'rsatadigan qarama-qarshi yo'nalgan kuch qarshilik ko'rsatadi. Ushbu kuchni (F_{mq}) markazdan qochuvchi deb nomlashgan, chunki u, aylananing markazidan radius bo'ylab yo'naltirilgan. Markazdan qochuvchi kuch moduli bo'yicha markazga intiluvchi kuchga teng:

$$F_{mq} = \frac{m \cdot V^2}{R} \quad \text{yoki} \quad F_{mq} = m \cdot \omega^2 \cdot R \quad (3.6)$$

Markazdan qochuvchi kuchlar amaliyotda keng qo'llanilmoqda. Masalan, sentrifuga - uchuvchilar, sportchilar, kosmonavtlarni mashq qildirish va sinovdan o'tkazishda qo'llaniladigan qurilma.

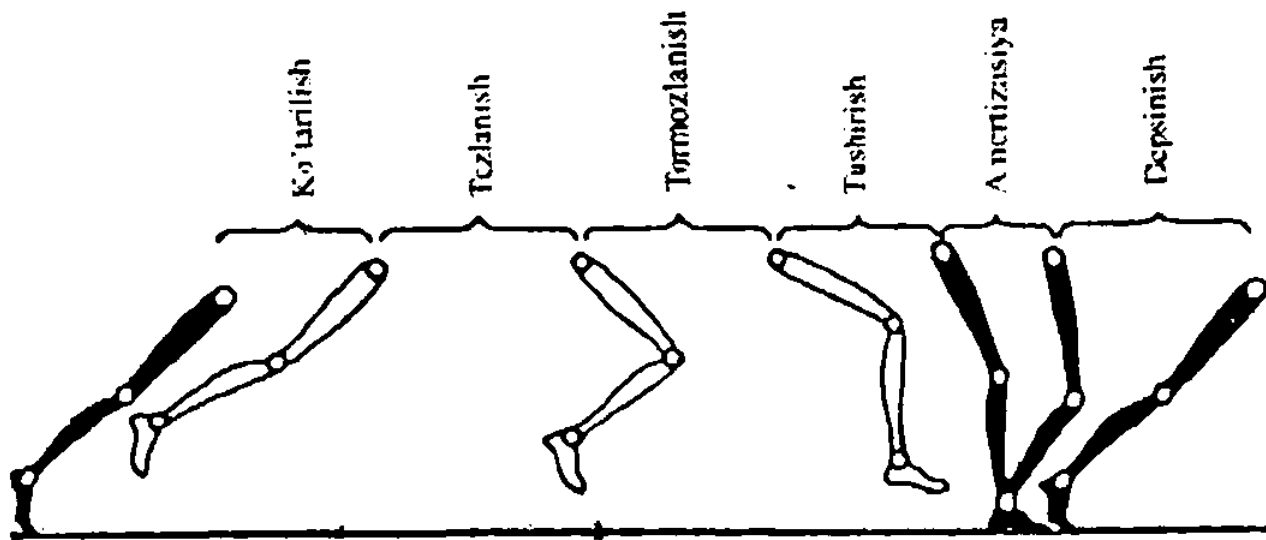
3.6. Odam harakatlarini ifodalovchi elementlar

Odamning harakatlari murakkab xarakterga ega bo'lib, ularni ifodalash ancha qiyin. Lekin, qator holatlarda, harakatlarning bir xil turlarini boshqalaridan farqlaydigan ahamiyatli momentlarini ajratish mumkin. Masalan, yugurish yurishdan nimalari bilan farqlanishini ko'rib chiqaylik.

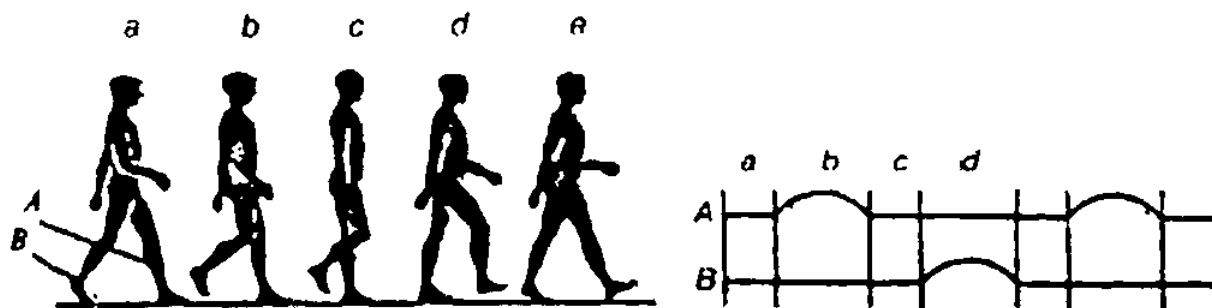
Yurish paytida qadam bosish harakatlarining elementlari 3.26-rasmda ko'rsatilgan. Qadam bosish harakatlarida har bir oyoq navbat bilan tayanch va silkinch bo'ladi. Tayanch davriga amortizatsiya (gavda harakatlarining tayanch yo'nalishi bo'yicha tormozlanishi) va oyoqni depsinish kiradi, silkinch davriga - tezlanish va tormozlanish kiradi.

Yurish paytida odam gavdasi va oyoqlarining ketma-ket harakatlari 3.27-rasmda ko'rsatilgan.

Rasmdagi A va B liniyalar, yurish jarayonida oyoq tovonlari harakatlarining sifat tasviri. Yuqorigi A liniya bitta oyoqqa, pastki B liniya ikkinchi oyoqqa mansub. Liniyaning to'g'ri uchastkalari tovonni erga tayanish momentiga, dugsimon uchastkalari - tovonlarning harakatlanish momentlariga mos keladi. Vaqt (a) oralig'ida ikkala oyoqlar erga tayanadi, keyin (B) esa A oyoq havoga ko'tariladi, B oyoq tayanch holatini davom ettiradi, undan so'ng (c) - yana ikkala oyoqlar erga tayanadi. Yurish qanchalik tez bo'lsa, ushbu oraliqlar (a va c) shunchalik qisqa bo'ladi.



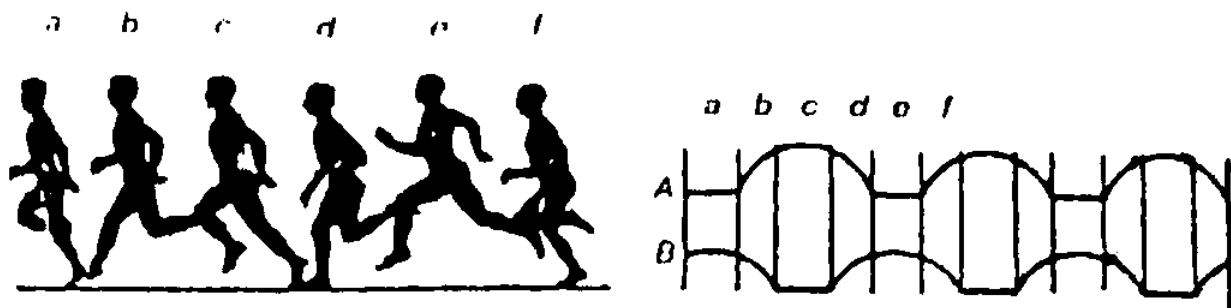
Rasm 3.26. Qadam bosish harakatlarining elementlari



Rasm 3.27. Yurish paytida odam gavdasining ketma-ket harakatlari

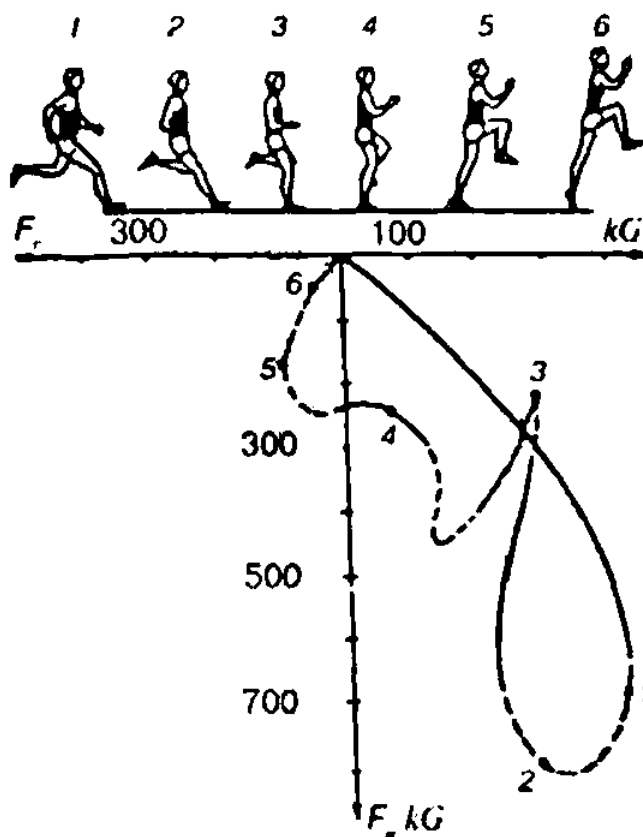
Yugurish paytida odam gavdasi harakatlarining ketma-ketligi va tovonlar harakatlarining grafik tasviri 3.28-rasmda keltirilgan. Rasmdan ko'rinib turibdiki, yugurish paytida ikkala oyoqlar havoda bo'lib, bir vaqtda ikkala oyoqlarning erga tegish oraliq'i bo'lmaganda, (b, d, f) vaqt oraliqlari mavjud. Yugurish aynan shu tomonlari bilan yurishdan farq qiladi.

Harakatlarning boshqa keng tarqalgan turi - har xil sakrashlar paytida tayanch nuqtasidan depsinish hisoblanadi. Tayanch nuqtadan depsinish tayanch oyoqni to'g'rilanishi, qo'llarning va tananing silkinishi hisobiga amalga oshiriladi. Tayanch nuqtadan depsinishning vazifasi - sportchi massasi umumiy markazining dastlabki vektorini maksimal kattaligini ta'minlashdan iborat.



Rasm 3.28. Yugurish paytida odam gavdasi harakatlarning ketma-ketligi

Tayanch nuqtasidan depsinish jarayonining fazalari va massasi $m=70$ kg bo'lgan sportchi uzunlikka sakrashi paytida, tayanch nuqtasiga mos ravishda ta'sir ko'rsatadigan kuchlar (gorizontal - F_r va vertikal F_θ) 3.29-rasmda ko'rsatilgan. Ko'rinib turibdiki: ushbu kuchlar sportchining og'irligidan ancha katta.



Rasm 3.29. Depsinish paytida tayanch nuqtasiga ta'sir qiluvchi kuchlar

BOB IV. DINAMIK TAVSIFLARLAR

Dinamika deb, jism harakatlarini boshqa jismlar bilan o'zaro munosabatlarini hisobga olgan holda o'rganadigan mexanikaning bo'limiga aytiladi.

Kinematika bobida moddiy nuqtaning tezligi va tezlanishi tushunchalari to'g'risida gap yuritilgan edi. Real jismlar uchun ushbu tushunchalarni qo'llashga aniqlik kiritish lozim, chunki real jismning turli nuqtalari uchun harakatlanishning ushbu tavsiflari har xil bo'lishi mumkin. Masalan, tepilgan koptok nafaqat oldinga qarab harakatlanadi, balki aylanadi ham. Aylanma harakat qilayotgan jismning nuqtalari har xil tezlikda harakatlanadi. Shu sababga ko'ra, avvaliga moddiy nuqtaning dinamikasi ko'rib chiqiladi, keyin esa olingan natijalar real jismlarga tarqatiladi.

4.1. Nyutonning birinchi qonuni

Sanoq boshidan hisoblashning turli tizimlarida bitta jismning harakatlanishi har xil ko'rinishda bo'ladi va sanoq boshidan hisoblash tizimini tanlashga harakatning oddiyliги yoki murakkabligi ko'proq bog'liqdir. Fizikada, odatda inersial sanoq tizimi qo'llaniladi. Bu tizimni, tajribadan olingan ma'lumotlarni umumlashtirgan holda Nyuton aniqlagan va joriy qilgan.

Shunday sanoq tizimi mavjudki, unga nisbatan jism (moddiy nuqta) bir tekis va to'g'ri chizikli harakatlanadi yoki, agar unga boshqa jismlar ta'sir qilmasa tinch holatini saqlaydi. Bunday tizim inersial tizim deb ataladi.

Agar jism harakatsiz bo'lsa yoki bir tekis va to'g'ri chiziq bo'ylab harakatlanayotgan bo'lsa, unda uning tezlanishi nolga teng. Shuning uchun, inersial sanoq tizimida jismning tezligi faqat boshqa jismlarning ta'siri ostida o'zgaradi. Masalan, maydon bo'ylab dumalab ketayotgan futbol to'pi ma'lum bir vaqtdan so'ng to'xtaydi. Bu holatda, uning tezligini o'zgarishi maydonning qoplamasi va havoning ta'siri bilan belgilanadi.

Inersial sanoq tizimlari besanoq ko'p, chunki inersial tizimga nisbatan, bir tekis to'g'ri chiziq bo'ylab harakatlanuvchi har qanday sanoq tizimi ham inersial hisoblanadi. Ko'pchilik holatlarda Er bilan bog'liq sanoq tizimini inersial deb hisoblash mumkin.

4.2. Massa. Kuch. Nyutonning ikkinchi qonuni. Kuchlarni qo'shish

Inersial sanoq tizimida, jism tezligining o'zgarishiga sabab boshqa jismlarning ta'siri hisoblanadi. Shuning uchun, ikkita jismning o'zaro ta'siri paytida ikkalasining tezligi o'zgaradi.

Ikkita o'zaro ta'sir qiluvchi jismlarni tezlanish kattaliklarining nisbati doimiy kattalik bo'lib, o'zaro ta'sir shartlariga bog'liq emas. Masalan, ikki jismning o'zaro to'qnashuvi paytida tezlanish kattaliklarini nisbati jismlarning tezligiga ham, ushbu to'qnashish sodir bo'layotgan burchak kattaligiga ham bog'liq bo'lmaydi.

O'zaro ta'sir ko'rsatish jarayonida past tezlanishga erishadigan jism ancha inert deb ataladi. Inertlik - jismni, o'z harakat tezligining o'zgarishiga qarshilik ko'rsatish xususiyati. Inertlik - materiyaning ajralmas xususiyati. Inertlikning son jihatdan o'lchovi - maxsus fizik kattalik bo'lmish massa hisoblanadi.

Massa - jism inertligining miqdoriy jihatdan o'lchovi. Hayotda, massani biz tortish orqali o'lchaymiz. Lekin, bu usul universal hisoblanmaydi. Masalan, sayyorani tortib o'lchab bo'lmaydi. Shuning uchun, fiziklar, jismlarning o'zaro ta'sir qilish qonuniyatlariga asoslangan massa tushunchasini kiritishgan. Buning uchun quyidagi ishlar bajariladi:

- biron bir jism, massaning etaloni sifatida tanlanadi (ya'ni uning massasi birlik sifatida qabul qilinadi: $m_1 = 1$);
- boshqa jismning massasini aniqlash uchun uni etalon bilan o'zaro ta'sir qildiriladi va a_m - jism va a_e - etaloning tezlanish kattaliklari aniqlanadi;
- jismning massasi quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$m = \left[\frac{a_e}{a_m} \right] \cdot m_1 \quad (4.1)$$

Massaning o'lchov birligi SI tizimida kilogramm deyiladi ($m_1 = 1 \text{ kg}$).

Etaloning o'rniga, massasi aniq bo'lgan har qanday boshqa jismdan foydalanish mumkin, masalan - m_1 . Bunda, aniqlanadigan massa - m_2 analogik formula orqali topiladi.

$$m_2 = \left[\frac{a_1}{a_2} \right] \cdot m_1 \quad (4.2)$$

Ushbu formulalar (4.1 va 4.2) nazariy qiymatga ega, lekin amaliy hisoblashlarda ancha qulay formuladan foydalaniladi:

$$m_2 = \left[\frac{|\Delta v_1|}{|\Delta v_2|} \right] \cdot m_1 \quad (4.3)$$

Bunda, $|\Delta v_1|$ va $|\Delta v_2|$ – o'zaro ta'sir qilish vaqtining barcha muddatida jismlar tezliklari vektorlarining o'zgarishlari.

Formula 4.3 ning afzalligi shundaki, tezlik vektorining o'zgarishlarini o'lchash ko'pchilik holatlarda tezlanishni o'lchashga qaraganda ancha oson.

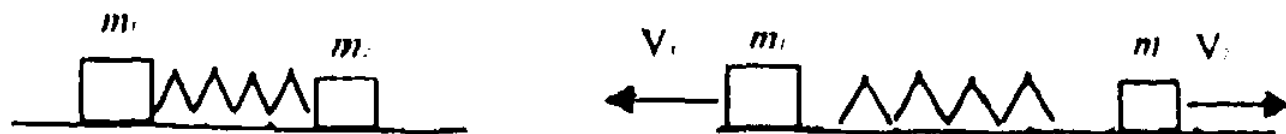
Misol: jism $m_1 = 2$ kg va massasi noma'lum bo'lgan jism m_2 silliq stol ustida joylashgan. Ularning oralig'ida qisilgan prujina joylashgan (rasm 4.1). Prujina bo'shatib yuborilsa jismlarni itaradi. Birinchi jismning tezligi $v_1 = 0,3$ m/s, ikkinchisniki $v_2 = 0,5$ m/s gacha etadi. Boshlang'ich tezliklari nolga teng bo'lganligi tufayli $|\Delta v_1| = v_1$, $|\Delta v_2| = v_2$ bo'ladi. Formula 4.3 bo'yicha $m_2 = (0,3 / 0,5) \cdot 2 = 1,2$ kg ekanligini topamiz.

Jism tezligining o'zgarishi boshqa jismlarning ta'siri bilan belgilanadi. Shuning uchun, ta'sir ko'rsatish, u tomondan hosil qilingan tezlanish qanchalik katta bo'lsa, shunchalik jadal bo'ladi, deb hisoblash tabiiydir. Boshqa tomondan, massasi katta bo'lgan jismda tezlanish kichikroq (ya'ni, uning tezligini o'zgartirish qiyinroq). Shu tufayli, jismga boshqa barcha jismlar tomonidan ta'sir qilishni o'lchashni, jism massasini unga aloqador tezlanishga ko'paytirish orqali amalga oshiriladi. Bunday ta'sir o'lchovi kuch deb ataladi.

Jismga boshqa jismlar tomonidan ta'sir qiluvchi kuch deb, jism massasini, uning inersial sanoq tizimiga nisbatan tezlanishiga ko'paytirishiga teng bo'lgan vektor kattalikka aytiladi.

$$F = m \cdot a \quad (4.4)$$

SI tizimida kuchning o'lchov birligi nyuton: $H = kg \cdot a = \frac{F}{m} \text{ m/s}^2$.



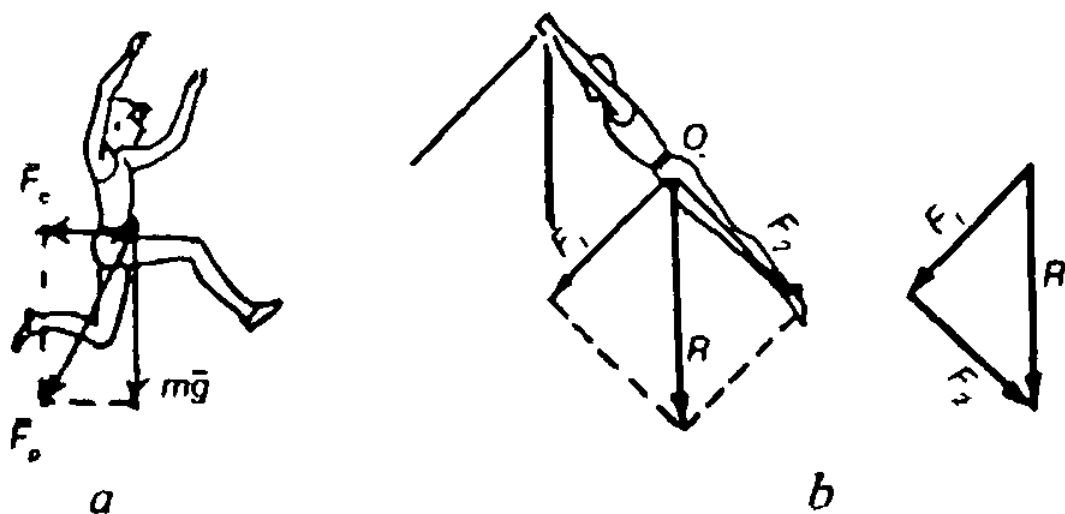
Rasm 4.1. Noma'lum jismning massasini aniqlash

Jismning massasi, ta'sir qiluvchi kuch va paydo qilingan tezlanish o'rtasida o'zaro aloqa mavjud. Agar, nisbatni $a = \frac{F}{m}$ ko'rinishida qayta yozsak, unda biz Nyutonning ikkinchi qonunini hosil qilamiz: inersial sanoq tizimida jismning tezlanishi unga ta'sir qiluvchi kuchga to'g'ri proporsional va uning massasiga teskari proporsional. Tezlanishning yo'nalishi ta'sir qiluvchi kuchning yo'nalishiga mos keladi: $a = \frac{F}{m}$.

Kuchlarni qo'shish. Agar jismga (moddiy nuqtaga) bir nechta boshqa jismlar ta'sir qilsa, unda jismning tezlanishini hosil qiladigan samarali ta'sir kuchi (teng ta'sir qiluvchi kuch) alohida kuchlarning vektorli yig'indisiga teng bo'ladi: $F_0 = F_1 + F_2 + \dots$

Masalan, uzunlikka sakrayotgan sportchiga og'irlik kuchi ($m g$) va havoning qarshilik kuchi (F) ta'sir ko'rsatayapti (rasm 4.2, a). Tezlanishni ularning teng ta'sir qiluvchisi (F_p) hosil qiladi.

Ayrim hollarda teskari masalani echish talab qilinadi, ya'ni bitta ta'sir qiluvchi kuchni, ma'lum bir usulda yo'naltirilgan ikkita tarkibiy kuchlarning summasi (yig'indisi) ko'rinishida ko'rsatish. Bu ham, kuchlarning parallelogrammasini qurish yo'li bilan xal qilinadi. Turnikda mashq bajarayotgan gimnast sportchi 4.2,b-rasmda ko'rsatilgan. Unga ta'sir qiluvchi og'irlik kuchini, ikkita o'zaro perpendikulyar kuchlar F_1 va F_2 summasi sifatida ko'rsatish qulay. Tarkibidagi birinchisi, massaning umumiy markazini liniyadagi tezlanishini hosil qiladi, ikkinchisi esa, markazga intiluvchi tezlanishni hosil qilishda ishtirok etadi (qo'lning barmoqlariga ta'sir ko'rsatuvchi turnik to'sinining reaksiyasi bilan birgalikda).



Rasm 4.2. Kuchlarni qo'shish (a) va taqsimlash (b)

4.3. Nyutonning uchinchi qonuni

Jism massasini, uni inertligining o'lchovi sifatida ta'riflashdan (4.2 formula) shu xulosa kelib chiqadiki, ikki jismning o'zaro ta'siri paytida ularning tezlanishi massasiga teskari proporsional bo'ladi:

$$\frac{a_1}{a_2} = \frac{m_2}{m_1}$$

Kasrlarni umumiy maxrajga keltirsak $m_1 \cdot a_1 = m_2 \cdot a_2$ tenglamani olamiz.

Formula (4.4) dan kelib chiqsak, jism massasini uning tezlanishiga ko'paytirish jismga ta'sir qiluvchi kuchga teng: $m \cdot a = F$. Shuning uchun, o'zaro ta'sir qiluvchi jismlar, kattaligi bir xil bo'lgan kuch bilan bir-biriga ta'sir ko'rsatadi: $F_1 = F_2$ (F_1 —birinchi jism tomonidan ikkinchisiga ta'sir qiluvchi kuch, F_2 — ikkinchisi jism tomonidan birinчисiga ta'sir qiluvchi kuch).

Bundan tashqari, tajribalarda aniqlanganki, o'zaro ta'sir qiluvchi jismlarning tezlanishi har doim qarama-qarshi yo'nalishga ega. Shuning uchun, F_1 , F_2 kuchlar ham qarama-qarshi tomonga yo'nalgan. Bu, Nyutonning uchinchi qonuni mazmunini belgilaydi. o'zaro ta'sir qiluvchi jismlar, bir-biriga kattaliklari bo'yicha bir xil va ular bo'yicha qarama-qarshi bo'lgan kuch bilan ta'sir ko'rs

4.4. Moddiy nuqtaning kinetik energiyasi va mexanik ish

Nyutonning ikkinchi qonuni moddiy nuqtaning tezlanishi va unga ta'sir qiluvchi kuchlar o'rtasida aloqani belgilaydi. Lekin, bir qator holatlarda, tezlanishdan qutilish qulay bo'ladi. Bunga, kinematika tenglamalarini va Nyutonning ikkinchi qonunini birgalikda ishlatish yo'li bilan erishish mumkin. Bu paytda, katta ahamiyatga ega bo'lgan ikkita yangi fizik kattaliklar paydo bo'ladi, ya'ni mexanik ish va kinematik energiya.

Material nuqta jismning harakatlanishi tomonga yo'naltirilgan kuch ta'siri ostida a tezlanish bilan to'g'ri chiziq bo'ylab harakatlansin. Kinematikadan ma'lumki, jismni bir nuqtadan boshqasiga o'tishi paytida quyidagi tenglama bajariladi:

$$v_2^2 - v_1^2 = 2 \cdot a \cdot s,$$

bunda, v_2 va v_1 – jismning oxirgi va dastlabki, s – bosib o'tilgan yo'l.

Nyutonning ikkinchi qonuni bo'yicha $a = \frac{F}{m}$. Formulaga qo'yib, quyidagini

olamiz:

$$\frac{m \cdot v_2^2}{2} - \frac{m \cdot v_1^2}{2} = F \cdot S.$$

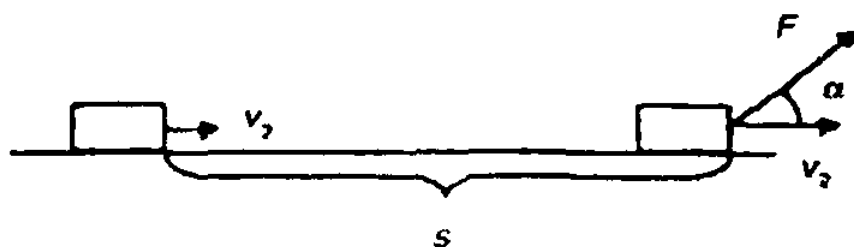
Shuni ko'rsatish mumkinki, kuch harakat yo'nalishi bilan α burchagini hosil qilgan umumiy holatda formula quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi (rasm 4.3):

$$\frac{m \cdot v_2^2}{2} - \frac{m \cdot v_1^2}{2} = F \cdot S \cdot \cos(\alpha). \quad (4.5)$$

Jism massasini uning tezligini kvadratiga ko'paytirganda, yarmiga teng bo'lgan skalyar kattalik *jismning kinetik energiyasi* deb ataladi:

$$E_k = \frac{m \cdot v^2}{2}. \quad (4.6)$$

Jismning kinetik energiyasi (yunoncha kinetikos - harakatga olib keluvchi) - bu, jism harakatlanishi oqibatida ega bo'ladigan energiya.



Rasm 4.3. Kuch ta'siri ostida kinetik energiyaning o'zgarishi

Jismga ta'sir qiluvchi kuchni, u bosib o'tgan yo'lga va kuchning yo'nalishi hamda harakatlanishning yo'nalishi o'rtasidagi burchak kosinusiga ko'paytirishga teng bo'lgan skalyar kattalik *mexanik ish* deb ataladi:

$$A = F \cdot S \cdot \cos(\alpha) \quad (4.7)$$

Agar, jismga bir nechta kuchlar (F_I, F_{II}, \dots) ta'sir qilayotgan bo'lsa, unda to'liq ish, alohida kuchlar ishining summasiga teng bo'ladi:

$$A = A_I + A_{II} + \dots$$

4.6 va 4.7 formulalarni 4.5 formula bilan tenglamaga qo'ysak, teng ta'sir qiluvchi kuchning ishi va moddiy nuqtaning kinetik energiyasi o'rtasidagi aloqani olamiz.

Moddiy nuqta kinetik energiyasning o'zgarishi unga ta'sir qiluvchi barcha kuchlar ishining summasiga teng:

$$E_{k2} - E_{k1} = A_I + A_{II} + \dots \quad (4.8)$$

Bunda E_{k2} va E_{k1} – traektoriyaning dastlabki va oxirgi nuqtalaridagi jismning kinetik energiyasi.

Ushbu tenglama umumiy holatda ham bajariladi, lekin ish, harakatlanish traektoriyasi bo'ylab uning dastlabki nuqtasidan (1) to oxirgi nuqtasigacha (2) kuchdan olinadigan integral sifatida hisoblanadi:

$$A = \int_1^2 F \cdot \cos(\alpha) \cdot ds. \quad (4.9)$$

Kuchning ishi ham musbat, ham manfiy bo'lishi mumkin. Uning belgisi α burchakning kattaligi bilan belgilanadi. Agar, ushbu burchak uchli bo'lsa (kuch, jismning harakatlanishi tomonga yo'nalgan), ish musbat bo'ladi. Agarda, α burchak o'tmas bo'lsa, ish manfiy bo'ladi.

Agar, nuqtaning harakatlanishi paytida burchak $\alpha = 90^\circ$ bo'lsa (kuch, tezlik vektori perpendikulyar yo'nalgan), unda ish nolga teng bo'ladi.

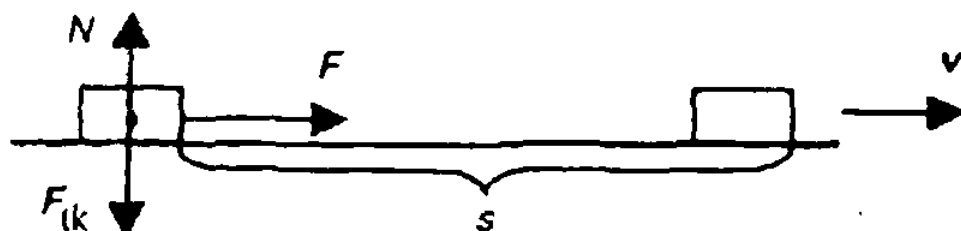
4.5. Moddiy nuqtani aylana bo'ylab harakatlanish dinamikasi

Bu holatda, moddiy nuqta sifatida, kattaliklari aylananing radiusiga nisbatan kichkina bo'lgan jismni olish mumkin.

Aylana bo'ylab harakatlanayotgan jismning tezlanishi ikkita tarkibiy qismdan iborat. Ular, markazga intiluvchi tezlanish – a_u va tangensial tezlanish – a_t bo'lib, radius va urinma bo'yicha muvofiq ravishda yo'nalgan. Ushbu tezlanishlar, aylananing radiusiga va uning urinmasiga bir tekis ta'sir qiluvchi kuchlarning proeksiyasi tomonidan hosil qilinadi hamda mos ravishda (rasm 4.4) markazga intiluvchi kuch (F_m) va (F_t) deb ataladi.

Markazga intiluvchi kuch deb, teng ta'sir qiluvchi kuchni ushbu lahzada jism joylashgan aylananing radiusiga proeksiyasiga aytiladi.

Tangensial kuch deb, teng ta'sir qiluvchi kuchni ushbu lahzada jism joylashgan nuqtadan o'tkazilgan aylananing urinmasiga proeksiyasini aytishadi.



Rasm 4.4. Notekis aylanma harakatlar paytida teng ta'sir qiluvchi kuchlarning komponentlari

Ushbu kuchlarning roli turlicha. Tangensial kuch tezlik kattaligining o'zgarishini ta'minlaydi, markazga intiluvchi kuch esa, harakat yo'nalishining o'zgarishini chaqiradi. Shu tufayli, aylanma harakatni ifodalashda markazga intiluvchi kuch uchun Nyutonning ikkinchi qonunini yozishadi:

$$F_m = m \cdot a_m \quad (4.10)$$

Bu erda, m – moddiy nuqtaning massasi, markazga intiluvchi tezlanishning kattaligi esa (4.9) formula bo'yicha aniqlanadi.

Bir qator holatlarda, aylana bo'ylab harakatlanishni ifodalash uchun markazga intiluvchi kuchni emas, balki jismga ta'sir qiluvchi kuch momentini qo'llash qulayroq. Ushbu yangi fizik kattalikning mazmuni quyida ifodalanadi.

Jism (0) o'q atrofida, aylana yuzasida yotgan kuchning ta'siri ostida aylanma harakat qilayotgan bo'lsin.

Aylanish o'qidan kuchning ta'sir qilish liniyasigacha (aylanish yuzasida yotgan) eng qisqa masofa kuch elkasi (h) deyiladi.

Ta'sir qiluvchi kuch va uning elkasi 4.5-rasmda ko'rsatilgan.

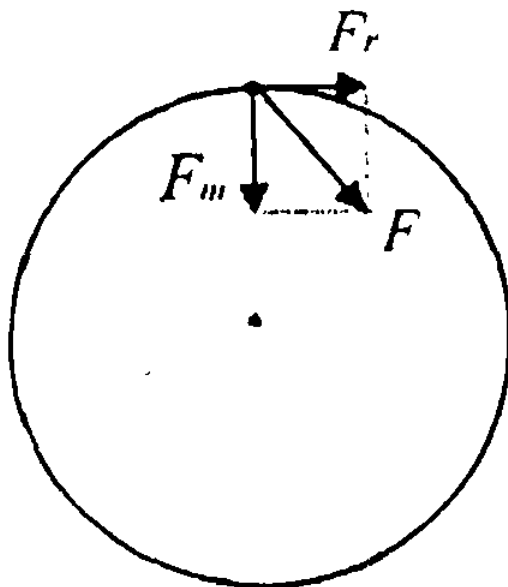
Aylanish o'qiga nisbatan kuch momenti (M) deb, kuch kattaligini uning elkasiga ko'paytmasiga aytiladi:

$$M = \pm F \cdot h. \quad (4.11)$$

Agar, kuch jismni soat millari bo'yicha aylantirishga intilsa kuch momenti "Q" belgisi bilan, aks holda "-" belgisi bilan olinadi.

Moddiy nuqta aylana bo'ylab harakatlanishidagi burchak tezlanishi (E), unga ta'sir qilayotgan kuchning momentiga (M) to'g'ri proporsionaldir:

$$E = \frac{M}{m \cdot R^2}. \quad (4.12)$$



Rasm 4.5. Kuch elkasi (h)

Ushbu formulaning (4.12) maxrajiga kiruvchi kattalik *inersiya momenti* deb ataladi.

Moddiy nuqtaning aylanish o'qiga nisbatan inersiya momenti (J) deb, uning massasini (m) aylanish o'qigacha bo'lgan masofaning (R) kvadratiga ko'paytirishga aytiladi:

$$J = m \cdot R^2 \quad (4.13)$$

Aniqlashdan ko'rinib turibdiki, inersiya momenti kgm^2 da o'lchanadi.

Inersiya momentini (4.13), agarda 4.12 formulaning maxrajiga qo'ysak, kuch ta'siri ostida moddiy nuqtaning aylanma harakatlanishini ifodalovchi tenglama olamiz:

$$E = \frac{M}{J}. \quad (4.14)$$

Moddiy nuqtaning tezlanish burchagi, unga ta'sir qilayotgan kuch momentini, aylanish o'qiga nisbatan nuqtaning inersiya momenti nisbatiga teng.

BOB V. ODAM HARAKAT APPARATINING BIOMEXANIKASI

Organizmning ko'p sonli fiziologik funksiyalari ichida - harakat funksiyasi - odamni tashqi muhitga faol ta'sir ko'rsatishini, uning qarshiligini engishini, tashqi muhit sharoitlariga moslashishini ta'minlaydigan yagona funksiya hisoblanadi.

Odamning harakatlari mexanikaning qonunlariga bo'ysinadi. Mexanika nuqtai nazaridan, odam - harakatchan bog'langan bo'g'inlar tizimi sifatida namoyon bo'ladi. Ushbu bo'g'inlar ma'lum bir kattaliklarga, massaga, inersiya momentlariga ega va mushakli harakatlantiruvchilar bilan ta'minlangan. Ushbu bo'g'inlarni va birikmalarni hosil qiluvchi anatomik tuzilmalar - suyaklar, paylar, mushaklar va fassiyalar, suyaklarning fibrozli va sinovial birikmalari hamda ichki a'zolar, teri va h.k.

Biomexanika odam gavdasida, uning tayanch-harakat apparatida, asosan harakatlarni mukammallashtirish uchun muhim bo'lgan tuzilmalar va funksiyalarni o'rganadi. Harakat apparatining anatomik tuzilishi va fiziologik mexanizmlarining detallaridan chetga chiqib, odam gavdasining soddalashtirilgan modeli - biomexanik tizim o'rganiladi. Ushbu tizim, harakat funksiyalarini bajarish uchun muhim bo'lgan asosiy xususiyatlarga ega, lekin ko'pchilik detallarni o'z ichiga olmaydi. Demak, biomexanik tizim - bu, harakatlanish qonuniyatlarini o'rganish imkonini beruvchi odam gavdasining soddalashtirilgan nusxasi, modeli.

Odam gavdasining biomexanik tizimi biomexanik zanjirlardan iborat. Gavdaning ko'pchilik qismlari bir-biri bilan harakatchan bog'langan bo'lib, biokinematik zanjirlarni hosil qiladi. Ularga shunday kuchlar ta'sir qiladiki, gavda bo'g'inlarining deformatsiyasini va harakatlarning o'zgarishini chaqiradi.

5.1. Biokinematik zanjirlar

Tirik mexanizmlarda gavda bo'g'inlarini biokinematik zanjirlarga birlashtirish usullari, harakatlanish imkoniyatlarini to'liq belgilamaydi, masalan harakatlarning yo'nalishi va ko'lamini. Harakatlarni boshqarishda mushaklarning ishtirok etishi,

bo'g'inlar birlashmasini ko'p variantli harakatlanishga qobiliyatli qiladi. Mushaklar, harakatlar va kuchlanishlarni uzatuvchi suyak richaglarining va boshlangan harakatlarni saqlovchi mayatniklarning harakatlarini belgilaydi.

Jismning ikkita yonma-yon bo'g'inlarining birlashmasi juftlikni hosil qiladi, juftliklar esa, o'z navbatida, zanjirlarga birikkan.

Biokinematik juftlik - bu, ikkita suyak bo'g'inlarining harakatlanuvchan (kinematik) birikmasi bo'lib, ulardagi harakat imkoniyatlari uning tuzilishi va mushaklarning boshqaruv ta'siri bilan belgilanadi.

Biokinematik juftliklarda doimiy aloqa darajalari mavjud bo'lib, ular o'zi bilan, harakat erkinligidan maksimum sifatida qanchasi va qaysi darajalari qolishini belgilaydi. Deyarli barcha biokinematik juftliklar asosan aylanma (sharnirli) harakatlanadi, kamroq qismi bo'g'inlarni bir-biriga nisbatan o'ldinga qarab ravon siljishiga yo'l qo'yadi, faqat bitta juftlik (boldir-oshiq bo'g'ini) - burama harakatlanadi.

Biokinematik zanjir—bu, bir qator biokinematik zanjirlarning yo tutashmagan (har tomonga shohlangan), yoki tutashgan ketma-ket birikmasi (rasm 5.1, a).

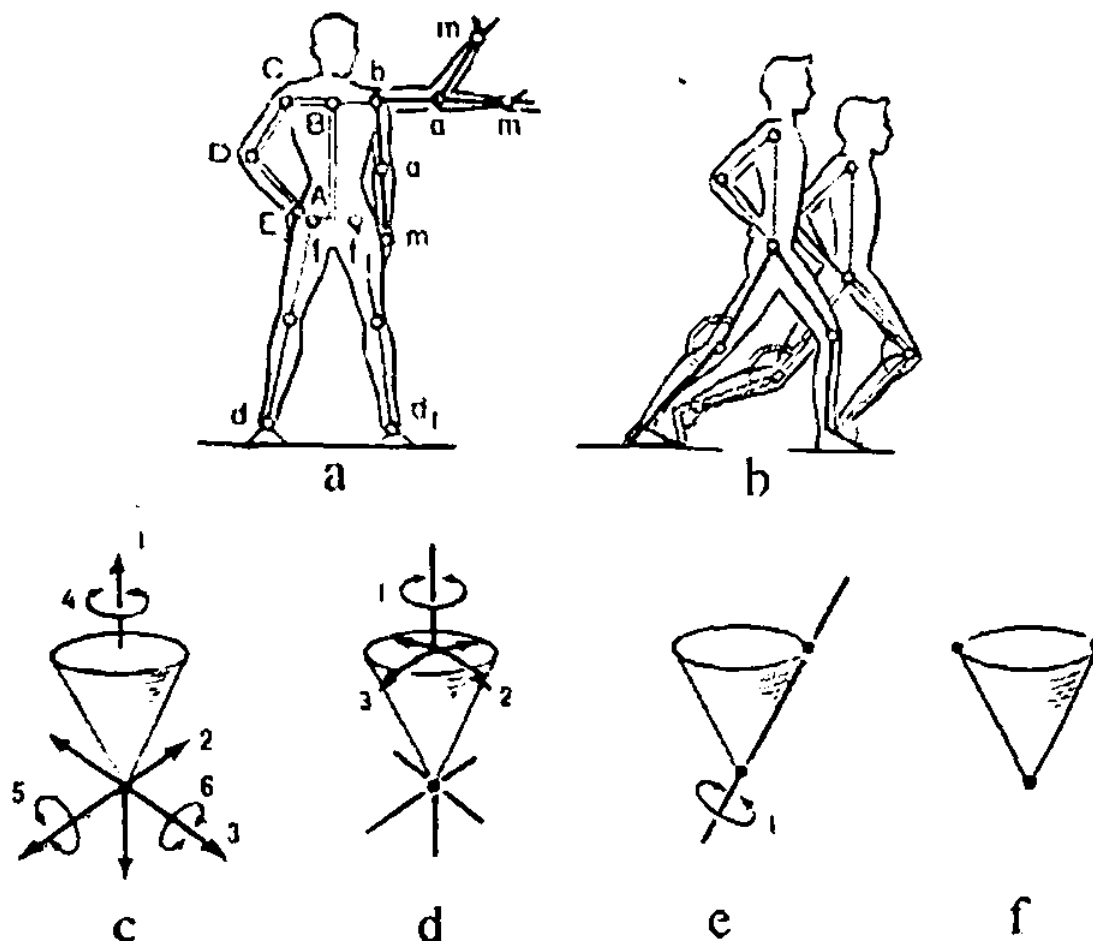
Tutashmagan zanjirlarda faqat bitta juftlikka kiruvchi erkin (oxirgi) bo'g'in mavjud. Tutashgan zanjirlarda oxirgi erkin bo'g'in yo'q, har bir bo'g'in ikkita juftlikka kiradi.

Tutashmagan zanjirda, shundan kelib chiqqan holda, har bir alohida bo'g'imda izolyatsiyalangan harakatlanish bo'lishi mumkin. Harakat amallarida, tutashmagan zanjirlarda harakatlar, odatda, ko'pchilik bo'g'implarda bir vaqtda sodir bo'ladi, lekin izolyatsiyalangan harakat sodir bo'lishi ham mustasno emas.

Tutashgan zanjirda, bitta bo'g'imda izolyatsiyalangan harakat mumkin emas, harakatga bir vaqtning o'zida boshqa birikmalarning qo'shilishi muqarrar (rasm 5.1, b).

Tutashmagan biokinematik zanjirlarning ko'pchilik qismi, ko'p bo'g'imli mushaklar bilan ta'minlangan. Shuning uchun, bitta bo'g'imdagi harakat bunday mushaklar orqali boshqa qo'shni bo'g'implardagi harakatlar bilan bog'liq bo'ladi. Lekin, harakatlarni aniq boshqarish paytida, ko'pchilik hollarda, ushbu o'zaro aloqani bartaraf qilish, "o'chirish" mumkin. Tutashgan zanjirlarda esa, aloqani bartaraf qilish mumkin emas va mushaklarning harakatlari, albatta boshqa bo'g'implarga uzatiladi. Tutashmagan

zanjir tutashishi mumkin, qachonki oxirgi erkin bo'g'in zanjirning boshqa bo'g'ini bilan (bevosita yoki biron-bir jism orqali) aloqaga (tayanch, ulanish) ega bo'lsa.



Rasm 5.1. Odam gavdasining biokinematik zanjiri:

a - zanjir turlari, b, a, m - tutashmagan, ABCDEA - o'ziga tutashgan, dff₁d₁d - tayanch orqali tutashgan; b - tutashgan zanjirdagi harakatlarning o'zaro bog'liqligi; c, d, e, f - jism harakatlanishining erkinlik darajasi.

Agar fizik jismda hech qanday chegaralanishlar (aloqalar) bo'lmasa, u, fazoda uch o'lchamda harakatlanishi mumkin, ya'ni uchta o'zaro perpendikulyar o'qqa nisbatan (ketma-ket) hamda ularning atrofida (aylanma) (rasm 5.1, c).

Har bir aloqa erkinlik darajalarining sonini kamaytiradi. Erkin jismining bitta nuqtasini mahkamlash orqali uni juftlikning bo'g'iniga aylantirilsa, uni darhol, erkinligining uchta darajasidan maxrum qilinadi, ya'ni koordinataning uchta asosiy o'qi bo'ylab, mumkin bo'lgan chiziqli harakatlanishi yo'q qilinadi. Misol qilib sharsimon bo'g'imni (tos-son bo'g'imi) olsak bo'ladi, unda oltita erkinlik darajasidan uchtasi (uchta o'qqa nisbatan aylanishi mumkin) mavjud (rasm 5.1, d). Zanjir bo'g'inining ikkita nuqtasini mahkamlash, ushbu nuqtalar orqali o'tadigan o'qning mavjudligi to'g'risida

gapiradi. Bunday holatda erkinlikning bitta darajasi qoladi. Bunday chegaralashga misol - bir o'qli bo'g'im, masalan falangalararo (rasm 5.1, e). Ushbu o'qda yotmagan uchinchi nuqtani mahkamlash bo'g'inni erkin harakatlanishdan mahrum qiladi (rasm 5.1, f). Bunday bog'lanish bo'g'implarga tegishli emas. Shu bilan birga, anatomiyada ikki o'qli bo'g'implar ham ajratiladi: ular bo'g'implarining yuzalarini kongruent bo'lmaganligi (shakli bo'yicha to'la mos bo'lmaganligi) oqibatida erkinlikning ikkinchi darajasiga egadirlar. Deyarli barcha bo'g'implarda erkinlik darajalari bittadan ko'pdir. Shuning uchun, ularga passiv apparatni o'rnatish harakatlarning noaniqligini, ko'pchilik sodir bo'lishi mumkin bo'lgan harakatlarni belgilaydi ("To'liq ravon bo'lmagan mexanizm"). Mushaklar-ning boshqaruv ta'siri qo'shimcha aloqalarni chaqiradi va harakat uchun faqatgina bitta erkinlik darajasini qoldiradi ("to'liq ravon mexanizm"). Harakatlanish imkoniyatlarining bitta yagonasi, aynan talab qilinayotgani, shunday ta'minlanadi.

Ko'p o'qli bo'g'implarning har bir biomexanik juftligi, ko'pchilik mexanizm-larning imkoniyatini o'z ichiga olgan (A.A. Uxtomskiy). Mushaklarning boshqaruv ta'siri yordamida, ko'pchilik imkoniyatlardan bittasi - topshiriq berilgani, ya'ni boshqariladigan harakat ajratib olinadi. Biokinematik birlashmalar, o'z imkoniyatlari bo'yicha, texnik mexanizmlardagi kinematik birlashmalarga nisbatan boy, lekin ularni boshqarish murakkabroqdir. Shundan kelib chiqqan holda, ko'p o'qli bo'g'implarda, kinematik juftliklar erkinlik darajalarining ko'pchiligi har bir ma'lum harakatlarni bajarish uchun quyidagilarni talab qiladi: 1) zaruriy traektoriyani tanlashni; 2) traektoriya bo'yicha harakatlanishni boshqarishni (tezlikning yo'nalishi va kattaligi bilan); 3) traektoriyadan chiqarib yuboradigan to'siqlar bilan kurashish sifatida tushuniladigan harakatni boshqarishni.

5.2. Biokinematik zanjirlardagi richaglar

Suyaklar, qattiq (egilmaydigan) bo'g'in sifatida bir-biri bilan harakatchan bog'lanib, biokinematik zanjirlarning asosini hosil qiladi. Qo'yilgan kuch, richaglarga yoki mayatniklarga ta'sir ko'rsatayotgandek bo'g'inlarga ta'sir qiladi. Ko'pchilik hollarda, bo'g'inlar o'z harakatlarini, qo'yilgan kuchning ta'siri ostida, mayatnik sifatida saqlaydi.

Suyaklarning richaglari - gavdaning bo'g'inlari, qo'yilgan kuch ta'siri ostida bo'g'implarda harakatchan birlashgan bo'lib, o'zining holatini yo saqlashi, yoki o'zgartirishi mumkin. Ular, harakatlarni va ishlarni masofadan uzatish uchun xizmat qiladi.

Bo'g'inga richag sifatida qo'yilgan barcha kuchlarni ikkita guruhga birlashtirish mumkin: 1) richag o'qining yuzasida yotgan kuchlar yoki ularning tarkibiy qismlari (ular, ushbu o'q atrofidagi harakatlarga ta'sir ko'rsata olmaydi); 2) richag o'qiga perpendikulyar yuzada yotgan kuchlar yoki ularning tarkibiy qismlari (ular, o'q atrofidagi harakatlarga ikkita qarama-qarshi yo'nalishlarda ta'sir ko'rsatishi mumkin). Richagga kuchlarning ta'sir qilishini ko'rib chiqish paytida, faqat harakat bo'ylab (harakatlanuvchi) va unga qarshi (tormozlovchi) yo'naltirilgan kuchlar hisobga olinadi.

Kuchlar guruhi richag o'qidan (tayanch nuqtasidan) ikki tomonga qo'yilganda, uni ikki elkali yoki birinchi tur richag deb (rasm 5.2, a), bir tomonga qo'yilganda esa - bir elkali, yoki ikkinchi tur richag deb atashadi (rasm 5.2, b). Suyak bo'g'inining turli joylarida biriktirilgan turli mushaklar uchun richag har xil turda bo'lishi mumkin. Demak, bilak sohasi o'zining bukuvchilariga nisbatan (yukning og'irligiga qarshi ishlagan paytida) bir elkali richag sifatida, rostlovchi mushaklarga nisbatan esa (yukni bosh ustida baland ko'tarib turganda) ikki elkali richag sifatida namoyon bo'ladi.

Engadigan harakatlar paytida qisqarayotgan mushaklarning kuchi (ularning teng ta'sir qiluvchi tortishi) - harakatlantiruvchi kuch, bo'ysinuvchi harakatlar paytida cho'zilayotgan mushaklarning kuchi (ularning teng ta'sir qiluvchi tortilishi) - tormozlovchi kuch bo'ladi. Qarshilik kuchlari mushak harakatlariga qarama-qarshi yo'nalgan.

Har bir richag quyidagi elementlarga (rasm 5.2, c) ega: a) tayanch nuqtasi (O); b) kuchlarni qo'yish nuqtasi; c) richag elkalari (tayanch nuqtasidan to kuchlarni qo'yish nuqtasigacha bo'lgan masofalar - l) va d) kuchlar elkasi (tayanch nuqtasidan to kuchlarning ta'sir chizig'igacha bo'lgan masofalar - ularga tushirilgan perpendikulyar - d). Richagga kuch ta'sirining o'lchovi bo'lib, tayanch nuqtasiga nisbatan kuchning momenti xizmat qiladi (uni elkasiga kuchning qo'yilishi).

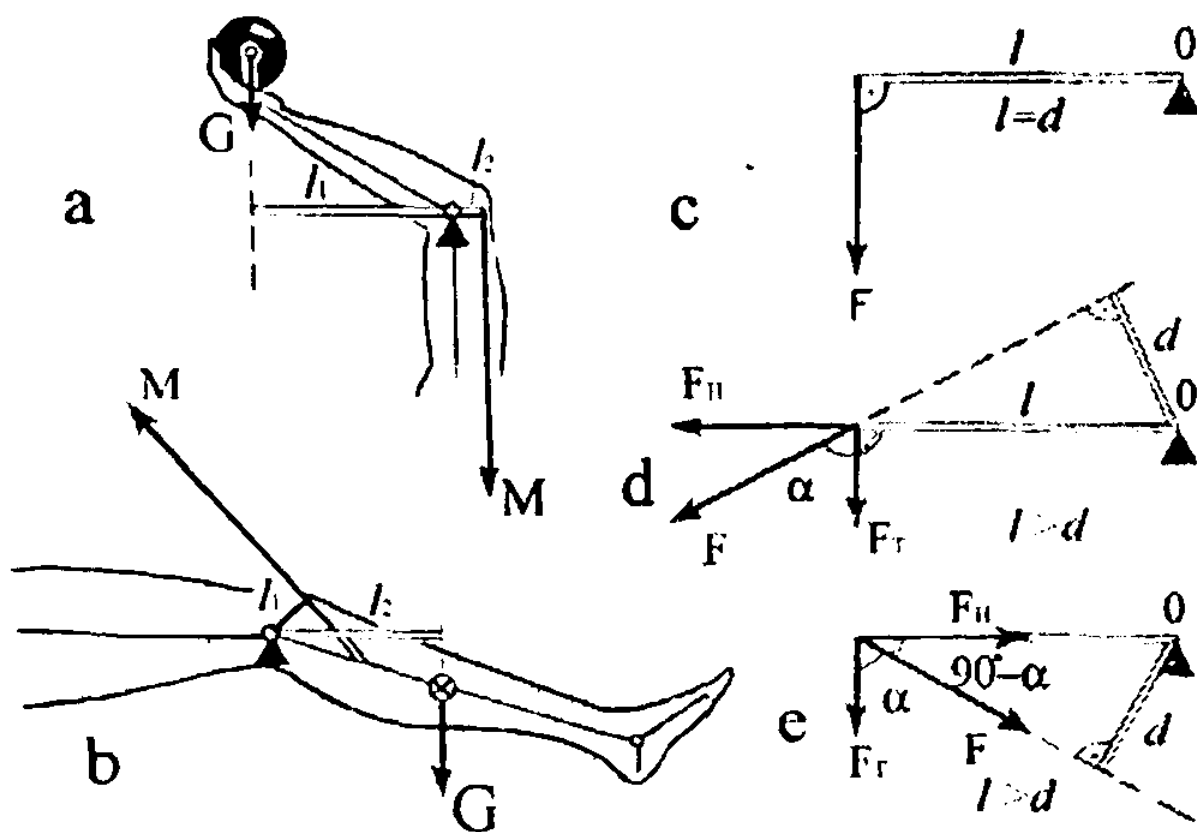
Richag sifatida bo'g'inning holati va harakatini saqlanishi qarama-qarshi ta'sir qiluvchi kuch momentlarining nisbatiga bog'liq.

Bo'g'im o'qiga nisbatan qarama-qarshi kuch momentlari teng bo'lganda, bo'g'in o'z holatini yo saqlaydi, yoki harakatini avvalgi tezlikda davom ettiradi (kuch momentlari muvozanatlashgan). Agar, kuch momentlaridan biri ikkinchisidan katta bo'lsa, bo'g'in uning ta'sir ko'sratish yo'nalishida tezlanish oladi.

Harakatlantiruvchi kuchlar momenti tormozlovchi kuchlar momentidan ustun kelganda bo'g'inga ijobiy tezlanish beradi (harakat tomoniga qarab). Tormozlovchi kuch momenti, agarda u ustun bo'lsa, bo'g'inga salbiy tezlanish berish, ya'ni uni tormozlanishini chaqiradi. Real harakatlarda ushbu ikki guruh kuchlarning momentlari kamdan-kam teng bo'ladi va shuning uchun, harakatlar yo tezlashgan (ijobiy tezlanish, bo'g'inni tezlashtirish), yoki susaygan (salbiy tezlanish, bo'g'inni tormozlash) bo'ladi.

Bo'g'imda zanjir bo'g'inining holatini saqlab turish uchun, tabiiyki, kuch momentlarining teng bo'lishi zarur.

Barcha harakatlar paytida bir xil ta'sir qiluvchi kuchlar guruhi va bo'g'in yo'nalishlari o'rtasidagi α burchak o'zgaradi (rasm 5.2, c, e ga qarang). Richag elkasi (l) - richagning tayanch nuqtasidan kuchni qo'yilish joyigacha bo'lgan masofa - o'zgarmas bo'lib qolaveradi. Lekin, kuchning elkasi (d) o'zgaradi. Odatda, mushakni tortilish kuchining o'zi ham o'zgaradi. Demak, mushak tortilishining kuch momenti doimiy bo'lib qolmaydi. Buning barchasi, harakatlarni boshqarish uchun katta qiyinchiliklar tug'diradi, lekin shu bilan birga, harakatlarni o'zgartirishga keng imkoniyatlar yaratadi.



Rasm 5.2. Suyak richaglari:

a - ikki elkali; **b** - bir elkali; kuchni qo'yish burchagida kuchning aylantiruvchi tarkibiy qismi (F_T) va mustahkamlovchi kuch (F_H): **c** - to'g'ri holatda, **d** - o'tmas holatda, **e** - o'tkir holatda.

To'g'ri burchakdan farq qiladigan burchak ostida richagga kuch qo'yilgan paytda, uni tangensial (richag nuqtalarining traektoriyasiga urinmali - F_T) va normal (harakat yo'nalishiga perpendikulyar - F_H) tarkibiy qismlarga ajratish mumkin (rasm 5.2, c, e ga qarang). Tangensial tarkibiy qism richagning harakatlanish tezligiga ta'sir qiladi, shuning uchun uni aylanuvchi (ochiq ko'rinib turgan) deb atashadi. Normal tarkibiy qism (richag bo'ylab yo'naltirilgan), mexanika nuqtai nazaridan, bo'g'inga to'g'ridan-to'g'ri hech qanday samara ko'rsatmaydi. Lekin, u, suyakning bo'g'imli yuzalarini bir-biriga qisadi va shu usulda bo'g'imni mustahkamlaydi: shundan kelib chiqqan holda uning nomi - mustahkamlovchi (yoki yashiringan).

Jismning bo'g'inlari, mohiyatiga ko'ra, biokinetik zanjirda ko'pincha tarkibiy richaglar sifatida harakat qiladi. Ushbu richaglarda harakatlar va ishlarni uzatish shartlari juda murakkabdir. Oddiy richagda, uning bitta nuqtasiga qo'yilgan kuchning ishi boshqa nuqtalarga to'liq uzatiladi. Agar, kuchlarning elkasi teng bo'lsa, qo'yilayotgan kuch yo kuchdan yutqazish bilan uzatiladi (lekin, yo'ldan yutish bilan, demak, tezlikdan ham),

yoki aksincha, kuchdan yutish bilan, lekin tezlikdan yutqazish bilan uzatiladi. Bir elkali richaglarda uzatilayotgan kuchning yo'nalishi o'zgaradi, ikki elkalilarda esa, o'zgarmaydi. Mushaklar tortilish kuchi, odatda richagning ancha kalta elkasiga qo'yiladi va shu tufayli, uning kuch elkasi nisbatan katta emas. Bu hol shu bilan bog'liqki, ko'pchilik holatlarda, mushaklar bo'g'imlarga yaqin joyga biriktirilgan. Mushaklar zanjir bo'g'inlari bo'ylab joylashgan va bo'g'indan uzoqda biriktirilgan bo'lsa, uning tortilish burchagi juda kichkina va shu tufayli, kuchning elkasi ham juda kichkina. Shu bilan bog'liq ravishda, suyak rigachlariga ta'sir qiluvchi mushaklarning tortilishi deyarli hamma vaqt tezlikdan yutishga olib keladi (tabiiyki, kuchdan yutqazgan holda).

Kuchdan yutqazishning ikkita asosiy sabablari farqlanadi: 1) mushakni bo'g'inga yaqin biriktirilishi va 2) suyak bo'ylab o'tkir yoki o'tmas burchak ostida mushakning tortilishi. Mushak kuchidan ayrim yutqazishlarning uchinchi sababini ham ko'rsatish mumkin. Katta kuchlanishlar paytida, bo'g'imni qurshab turgan barcha mushaklar zo'riqadi. Mushak-antagonistlar, bir-biriga qarama-qarshi yo'naltirilgan kuch momentlari hosil qiladi, foydali ish bajarmaydi, lekin kuchlanishi uchun energiyani sarflaydi. Oxir oqibat, bunda energiya sarflanishi sodir bo'lsa ham ma'lum bir mazmun bor: Katta kuchlanishlar paytida bo'g'im, uni qurshab turgan mushaklarning zo'riqishi hisobiga mustahkamlanadi.

Harakatni boshlab yuborgandan keyin, inersiya bo'yicha harakatni davom ettirayotgan jismning bo'g'ini fizikaviy mayatnikka o'xshaydi. Mayatnik og'irlik kuchi maydonida muvozanatdan chiqarilganda, avvaliga og'irlik kuchi momentining ta'siri ostida pastga qarab tebranadi, keyinchalik esa, hosil qilgan kinetik energiyasini sarflash oqibatida, inersiya bo'yicha yuqoriga ko'tariladi. Mayatnikning tebranish davri:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{mgr}}$$

bunda I - osilgan nuqtasi orqali o'tadigan o'qqa nisbatan mayatnikning inersiya momenti, m - uning massasi, g - erkin tushayotgan jismning tezlanishi, r - massa markazining radiusi, ya'ni osilgan nuqta bilan massa markazi o'rtasidagi masofa. Tebranishlar davri mayatnikning xususan tebranishlarining chastotasini belgilaydi va formuladan kelib chiqqan holda, ularning amplitudalariga bog'liq emasdek ko'rinadi. Lekin, bu, aynan

shunday emas: ushbu formula faqat kichik tebranishlar uchun to'g'ri keladi ($\sin \alpha$ taxminan α og'ish burchagiga teng bo'lganda $5-7^\circ$ dan oshmagan holda). Og'ish ancha katta bo'lganda (masalan, yurish, yugurish paytida oyoqlarning tebranishlari), tebranishlarning chastotasi ularning amplitudasiga bog'liq. Undan tashqari, "mayatnik"ning uzunligi oyoqni bukish va rostlash paytida o'zgaradi, shuning uchun oyoq mayatnik sifatida doimiy ravishdagi o'z chastotasiga ega bo'lmaydi.

Mayatnik sifatida E bo'g'inining tezlanishi qo'yilgan kuch momentiga ($M_n(\bar{F}) = \bar{F} \cdot d$) va mayatnikning inersiya momentiga ($I = mR_m^2$) bog'liq:

$$E = \frac{M_n(\bar{F})}{I},$$

bunda R_m – inersiyaning radiusi. Tezlanishni kuchaytirish uchun, yo kuchni, yo elkani, yoki ikkalasini ham kattalashtirish kerak yoki bo'lmasa inersiya radiusini kichraytirish lozim.

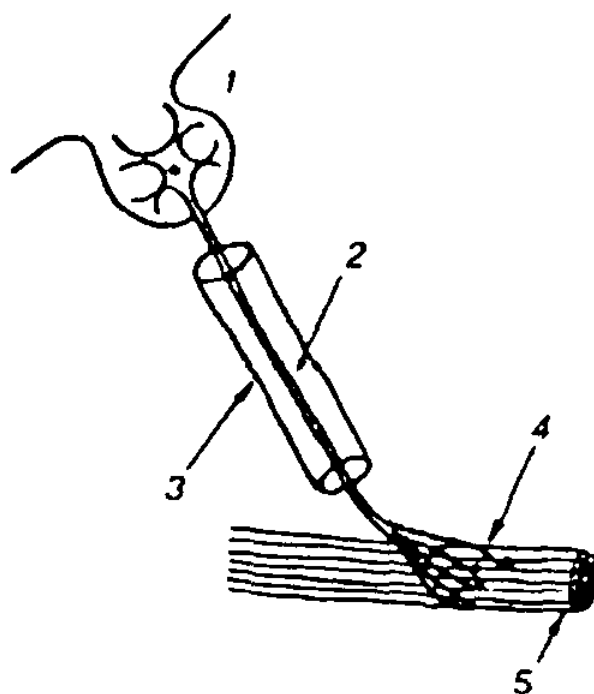
Tarkibiy mayatniklar (bir-biriga osilgan bir nechta mayatniklar) o'zlarini ancha murakkab tutadilar. Aynan shu tufayli, har bir qadamda, mushak kuchlarining momentlarini, qadamlarning nisbatan doimiyligini ta'minlash uchun, o'zgaruvchan mexanik sharoitlarga moslashtirish lozim.

5.3. Biomexanik zanjirlar

Tirik organizm bo'g'inlari birlashmalarining soni va erkinlik darajalarining soni, gavda qismlarining yo'l qo'yilishi mumkin bo'lgan mustaqil harakatlarining umumiy soni sifatida, mexanizm va mashinalar nazariyasi to'qnashadiganlardan ancha ko'pdir.

Ma'lumki, ushbu erkinlik darajalarini chegaralashdan iborat bo'lgan harakatlarni asabli-mushakli boshqarilishi, texnikani boshqarish tizimidan kuchli farqlanishi lozim. Odam yoki hayvon harakatlarini boshqarish jarayonining o'ziga xosligi, ortiqcha erkinlik darajalarini engadigan dvigatellari tizimi sifatida mushak tizimining xususiyatlari bilan ham belgilanadi. Mushaklar shakli, kattalıkları, birlashtirilish xususiyatlari, maksimal rivojlantiriladigan harakatlarining kattalıkları bo'yicha har xil, teskari harakat amaliga ega emas. Mushaklarning soni gavda bo'g'inlarining sonidan ko'p. Har bir mushak ko'p

sonli harakat birliklaridan iborat va har bir birlik o'zining xususiy motoneyroni tomonidan boshqariladi (rasm 5.3).



Rasm 5.3. Motoneuron va harakat birligining sxematik ko'rinishi (Dj. Bendoll bo'yicha):
1-oldingi shohdagi asab hujayrasi; 2 - alohida asab tolasi; 3 - asab ustuni; 4 - oxirgi plastinkalar (asab uchlari); 5 - mushak tolalari.

Ko'ndalang-targ'il mushak tolalaridan iborat har bir mushakning asosiy funksiyasi qisqaruvchanlik hisoblanadi.

Mushaklar, ko'pincha suyaklardan boshlanadi va biriktiriladi: kamroq holatlarda tog'aylarda, fassiyalarda, paylarda. Mushaklarning uchlari, qoidaga binoan, fibrioz biriktiruvchi to'qimalarning tutamlaridan iborat, ayrim hollardagina mushakli bo'ladi. Agar, mushakning bitta yoki ikkala biriktiruvchi to'qimali uchlari ko'ndalang kesimli tortilgan arqon ko'rinishidagi oval yoki aylana shakliga ega bo'lsa, *pay* to'g'risida gapiriladi. Agar, mushakning uchi fibrioz yaproqcha yoki plastinka ko'rinishida tasvirlansa, uni *paylarning cho'zilishi* yoki *aponevroz* deb ataladi.

Organizmnda shakli, tuzilishi, rivojlanishi va funksiyasi bo'yicha turlicha bo'lgan 600 atrofidagi erkin mushaklar mavjud. Mushaklar shakli bo'yicha: yassi, uzun, duksimon, kvadrat, uchburchaksimon, trapetsiyasimon, rombsimon, dumaloq, lentali va h.k.; boshchalarining soni bo'yicha: ikkiboshli, uchboshli, to'rtboshli; qorinchalarining soni bo'yicha: bir qorinchali, ikki qorinchali; mushak tutamlarining yo'nalishi bo'yicha:

bir patli, ikki patli, ko'p patli; funksiyalari bo'yicha: bukuvchi, rostlovchi, aylantiruvchi, ko'taruvchi, qisuvchi (sfinkter), chetga tortuvchi (abduktor), taranglashtiruvchi; joylashishi bo'yicha: yuza, chuqur, medial, lateral joylashgan bo'ladi. Mushaklar boshcha, qorincha va dum qismlarga bo'linadi.

Mushak tutamlarining yo'nalishlari turlicha. Embrional holatini saqlab qolgan mushaklarda mushak tutamlari yo qat'iy uzunasiga, yoki egri o'tadi. Aralash mushaklarda tutamlarining quyidagi yo'nalishlari farqlanadi: ko'ndalang, egri, uzunchoq, bir va ikki patli.

Mushaklarning qisqarishi skelet qismlarini - paylar sohasidagi tayanch nuqtalari bo'lgan richaglarning harakatlanishiga olib keladi. Ushbu richaglarga ta'sir qiluvchi ikkinchi kuch sifatida og'irlik kuchi yoki boshqa birorta qarshilik xizmat qiladi. Odamning gavdasida, umuman mexanikadagi kabi, birinchi turdagi va ikkinchi turdagi richaglarni farqlash qabul qilingan.

Agar, mushaklar yoki mushaklarning alohida guruhlarini qisqarish paytida qarama-qarshi harakatlarni bajarsa (bukish, rostlash va h.k.), ular antogonistlar deb ataladi. Bir xil tipdagi harakatlarni bajaruvchi mushaklar sinergistlar deb nomlanadi. Lekin, antogonist va sinergist mushaklarning ishi juda xilma xildir: biron bir harakat uchun sinergist hisoblangan mushaklar, o'sha bo'g'inning boshqa harakatlari uchun antogonist bo'lishi mumkin.

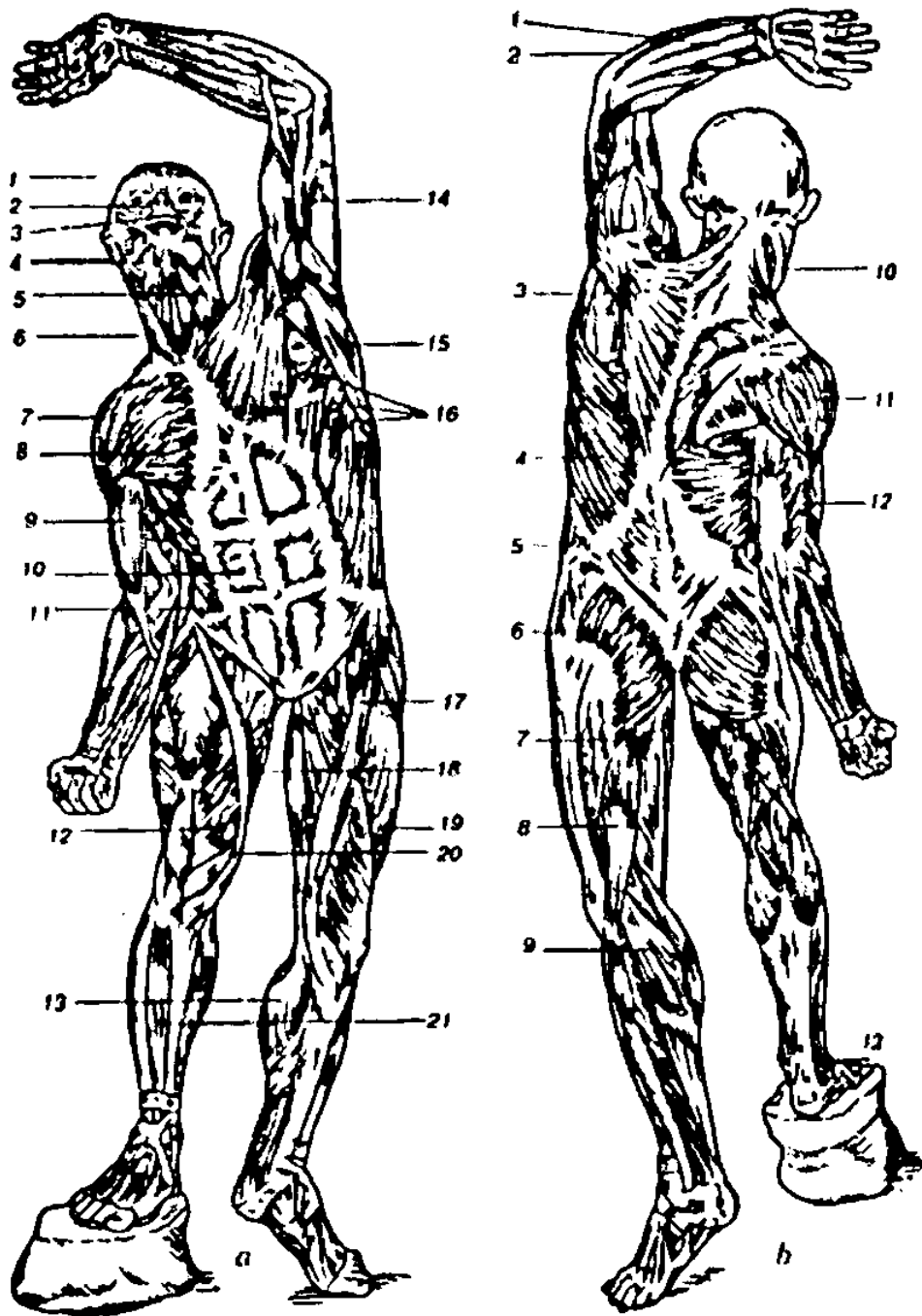
5.4. Mushaklar biodinamikasi. Mushak to'qimasining xususiyatlari va biomexanikasi

Tirik organizm - murakkab, doimo o'zgarib turuvchi, rivojlanuvchi birbutun tizim bo'lib, tashqi muhit bilan doimiy aloqada bo'ladi va u bilan uzluksiz bir butunlikni hosil qiladi.

Odam gavdasining ko'p qismini erkin mushaklar tashkil qiladi (yoshi kattalarda 40% gacha) va ma'lum bir tartibda joylashgan alohida mushaklar ko'rinishida ifodalangan hamda ma'lum bir harakatlarni bajaradi (rasm 5.4).

Mushak to'qimalari, ular elementlarining qisqarish qobiliyati bilan tavsiflanadi. Mushaklarning shakllari juda xilma-xildir (rasm 5.5). Mushaklarning joylashishiga, ularning shakllariga, mushak tolalarining yo'nalishlariga, ularni paylarga nisbatan munosabatiga bog'liq ravishda - yuzaki va chuqur, medial va lateral, tashqi va ichki mushaklar farqlanadi. Uzun, keng va qisqa mushaklar farqlanadi. Qisqa mushaklar ko'p miqdorda orqaning chuqur qatlamlarida alohida umurtqa bo'g'inlari oralig'ida hamda qovurg'alar oralig'ida uchraydi, ularning uzunliklari o'z ko'ndalang kesimidan salgina kattaroq xolos. Keng mushaklar ko'proq tana qismida joylashgan (ayniqsa, ular ko'krakda, qorinda, orqaning yuza qismlarida rivojlangan); ular qatlamlar ko'rinishiga ega. Uzun mushaklar, ayniqsa duksimon shakldagilari, qo'l-oyoqlarda juda ko'p.

Mushak tutamlari pay qismiga o'tuvchi qorinchani shakllantiradi. Mushakning proksimal bo'limi - uning boshchalari - bitta suyakdan boshlanadi, distal uchi - pay (dum) - boshqa suyakka birikadi. Mushakning boshlanishi, uning birikadigan nuqtasiga qaraganda proksimalroq joylashgan, birikkan nuqtasi distalroq joylashgan bo'ladi. Turli mushaklarning paylari o'zaro farq qiladi. Qo'l-oyoqlarning mushaklari tor va uzun paylarga ega. Keng va yassi paylar - *paylarning cho'zilishi* yoki *aponevroz* gavda bo'shliqlari devorlarining shakllanishida ishtirok etuvchi mushaklar uchun xarakterlidir. Ayrim mushaklarning qorinchalari oraliq paylar bilan ajratilgan, masalan, ikkiqorinchali mushak. Agar, mushakning uzunligi bo'yicha bir nechta oraliq paylar mavjud bo'lsa, ularni pay to'siqlari deb aytiladi. Paylar kam cho'ziluvchan, ancha mustahkam va katta

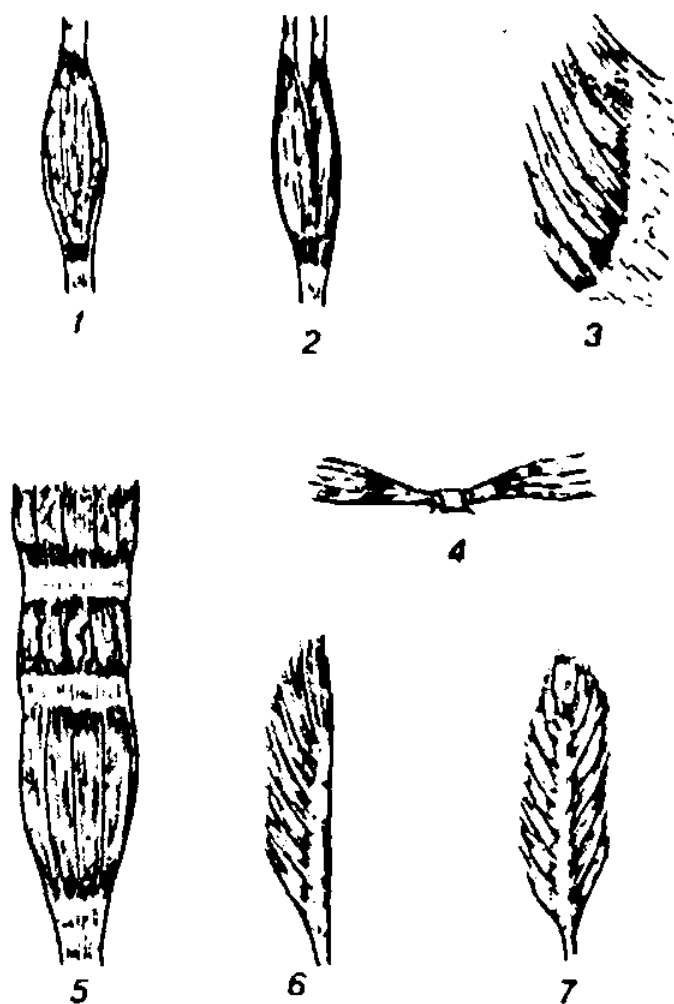


Rasm 5.4. Odamning mushaklari

a - oldingi tomondan ko'rinishi: 1 - peshona mushagi; 2 - ko'zning aylanma mushagi; 3 - og'izning yumaloq mushagi; 4 - chaynash mushaklari; 5 - bo'yinning teriosti mushagi; 6 - to'sh-o'mrov-so'rg'ichsimon mushak; 7 - deltasimon mushak; 8 - katta ko'krak mushagi; 9 - elkaning ikkiboshli mushagi; 10 - qorinning to'g'ri mushagi; 11 - qorinning tashqi egri mushagi; 12 - ichki va keng mushak; 13 - boldir mushaklari; 14 - elkaning uchboshli mushagi; 15 - orqaning eng keng mushagi; 16 - oldingi tishli mushak; 17 - cho'ziq mushak; 18 - sonning to'rt boshli mushagi; 19 - tashqi keng mushak; 20 - sonning to'rt boshli mushagining payi; 21 - oldingi katta boldir mushak.

b - orqa tomondan ko'rinishi: 1 va 2 - bilakni rostlovchilar; 3 - trapetsiyasimon mushak; 4 - orqaning eng keng mushagi; 5 - qorinning tashqi egri mushagi; 6 - katta dumba mushagi; 7 - yarimpayli va yarimpardali mushak; 8 - sonning ikkiboshli mushagi; 9 - boldir mushagi; 10 - malham mushak; 11 - deltasimon mushak; 12 - elkaning uchboshli mushagi; 13 - axilla payi.

og'irlik kuchlariga chidamli bo'ladi. Masalan, sonning to'rtboshchali mushagining paylari 600 kg kuch bilan tortishga, boldirni uchboshchali mushagining paylari (tovon paylari) - 400 kg kuch bilan tortishga bardosh beradi. Bunga, paylarni hosil qiluvchi, zich shakllangan birlashtiruvchi to'qima tufayli erishiladi. Paylar, kollagen tolalarning parallel tutamlaridan iborat bo'lib, ularning orasida fibrotsitlar va kam miqdorda fibroblastlar joylashgan. Paylar tashqi tomonidan peritendiy - qalin tolali biriktiruvchi to'qimadan iborat g'ilof bilan qoplangan. Biriktiruvchi to'qimalari qatlamida tomirlar va asablar o'tadi.



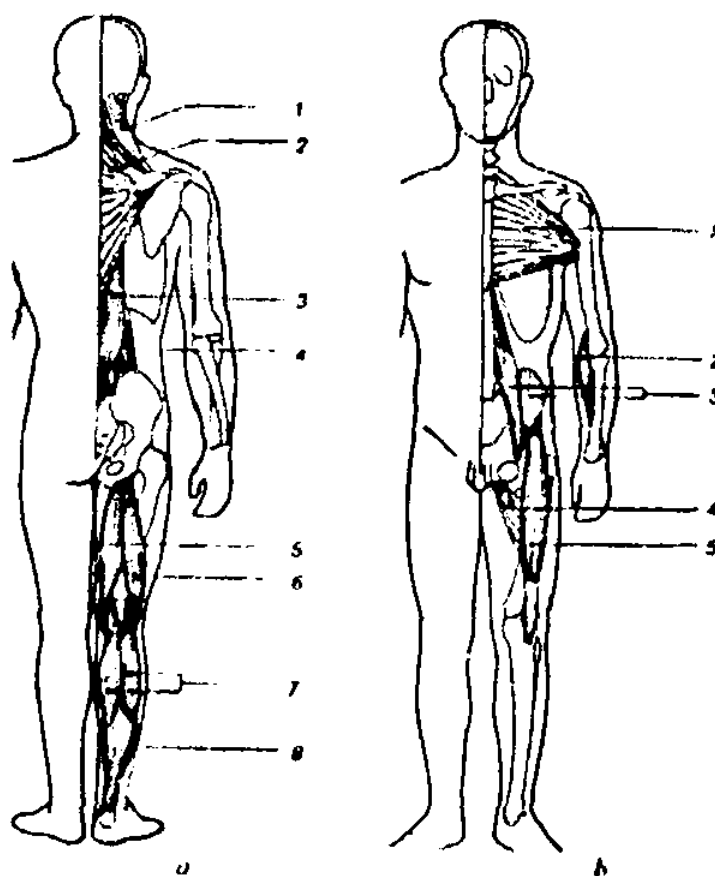
Rasm 5.5. Mushaklarning shakllari

1 - duksimon; 2 - ikkiboshli; 3 - keng; 4 - ikki qorinchali; 5 - to'g'ri (lentasimon);
6 - bir patli; 7 - ikki patli

Ko'pchilik hollarda, paylar mushaklarning ikkala uchida ham bo'ladi, lekin mushaklarda (ko'pincha boshlanish joyida) mushak tolalarining bevosita birikishi (suyakka yoki boshqa a'zoga) - go'shtli boshlanish deb nomlanadigan hodisa kuzatilishi

mumkin. Ayrim paytlarda mushakning boshlanishi (yoki biriktirilgan joyi) bir xil bo'lmaydi, ya'ni bir qismi payli, bir qismi mushakli.

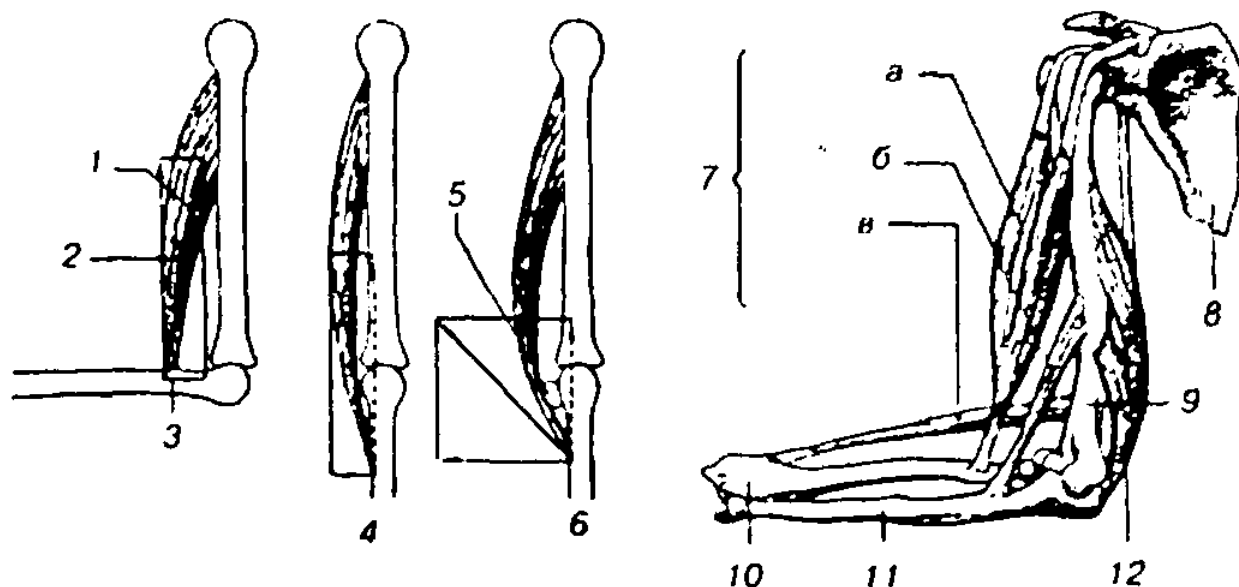
Ko'ndalang-targ'il mushaklar, odatda, ma'lum harakatchanlikka ega bo'lgan skelet qismlarini birlashtiradi. Mushak qisqarganda suyaklarni yaqinlashtiradi, bunda uning bittasi, odatda, o'zining holatini o'zgartirmaydi va shu tufayli, mushak boshlanadigan joy mustahkamlangan nuqta nomini olgan bo'lib, mushakning boshlanishi ham shu joyda yotadi. Ushbu mushakning qisqarishi bilan harakatlanishga olib kelingan boshqa suyakda, harakatlanuvchi nuqta joylashgan bo'lib, bu erda mushakning birikishi mavjud. Umuman olganda, gavda mushaklaridagi boshlanish joyi o'rta yuzasiga yaqinroq joylashgan, birikishi esa undan uzoqroq yotadi, qo'l-oyoqlarning mushaklarida esa boshlanishi proksimal joylashgan, birikishi - distal joylashgan (rasm 5.6 a,b, rasm 5.7).



Rasm 5.6. Eng kuchli qisqaruvchi mushaklar:

a - orqa tomondan ko'rinishi: 1 - kurakni ko'taruvchi mushak; 2 - trapetsiyasimon mushak; 3 - umurtqa pog'onasini rostlovchi mushak; 4 - belning kvadrat mushagi; 5 - yarim payli mushak; 6 - sonning ikkiboshli mushagi; 7 - boldir mushagi; 8 - kambalasiimon mushak;

b - old tomondan ko'rinish: 1 - ko'krakning katta mushagi; 2 - qo'l va barmoqlarni bukuvchi; 3 - yonbosh-bel mushagi; 4 - yaqinlashtiruvchi mushaklar; 5 - sonning to'g'ri mushagi.



Rasm 5.7. Suyak richaglariga mushaklar ta'sirining sxemasi:

1 - ishlaydigan mushak (ikkiboshli); 2 - aylanma harakat; 3 - paydagi bukilish; 4 - paydagi rostlanish; 5 - sesamsimon suyak; 6 - sesamsimon suyak ishtirokida kuchning taqsimlanishi; 7 - qo'lni bukuvchilari (sinergistlar); a - ikkiboshli mushak; b - bukuvchi (elka-bilak mushagi); v - mushak-bilak bukuvchi; 8 - kurak; 9 - elka suyagi; 10 - bilak suyagi; 11 - tirsak suyagi; 12 - rostlovchi (antagonist), elkaning uchboshli mushagi.

Mushaklarning tuzilishi

Bir-biriga parallel mushak tolalari, bo'sh biriktiruvchi to'qima bilan o'zaro bog'langan va, avvalam bor, birlamchi tutam (yoki birinchi tartibli tutam) hosil qiladi. O'z navbatida, bir nechta shunday tutamlar birlashib, ikkilamchi tutamni hosil qilishadi va h.k. Oxirgilari, ancha yirik tutamlarga birlashadi va ulardan mushak tuziladi. Barcha toifadagi tutamlar, bo'sh biriktiruvchi to'qimalar qatlami (endomiziy) bilan o'zaro bog'lanadilar. Xuddi shunday tuzilishga ega yupqa po'stloq - perimiziy, mushakning hammasini tashqi tomonidan qoplaydi. Mushak tutamlarining qalinligi ularning tarkibidagi tolalar miqdoriga bog'liq. Mushak suyak bilan pay orqali bog'lanadi. Pay endomiziy va sarkolemma bilan yaqindan bog'langan va qalin tolali biriktiruvchi to'qimadan iborat. Oxirgisining tutamlari parallel joylashgan bo'lib, ichidan ko'p sonli tomirlar o'tgan juda ingichka qatlamli bo'sh kletchatka bilan birlashgan.

Mushaklar - moddalar almashinuvi jadal bo'lgan a'zo bo'lib, tomirlar va asablarga juda boy. Ko'pincha, bitta mushakning o'zi bir nechta arteriyalardan qon oladi (har biri ikkita venalar bilan ergashadi). Ushbu arteriyalar, mushaklar to'qimalarida shohlanib endomiziyaning qatlamlaridan o'tadi va mushak tutamlarining uzunligi bo'yicha cho'zilib yotgan xalqalarni hosil qilgan holda bir-birini anastomoziyaga uchratadi. Mushaklar sezuvchan va harakatlantiruvchi asablar bilan ta'minlangan bo'lib, oxirgilari, o'zlarining uchlari (harakatlantiruvchi plastinkalar) bilan mushak tolalarining qisqaruvchan moddasiga ulanadi. Sezuvchan asablarning uchlari (asabmushakli duklar) mushak elementlarida va paylarning to'qimalarida mavjud.

Ko'ndalang-targ'il mushaklar suyaklar bilan juda qalin (anatomik va fiziologik) shaklda bog'langan va u bilan birga tayanch va harakat a'zolar tizimini hosil qiladi.

Mushaklarning mexanik harakatlari. Mushakning mexanik harakatlari uning qisqarishida namoyon bo'ladi. Mushak qisqargan paytida kaltalashadi va qalinlashadi, shu bilan birga kuchni rivojlantirgan holda birikkan nuqtalarini yaqinlashtiradi. Mushak kam hollarda bir o'zi qisqaradi, xattoki gavda turli qismlarining oddiy harakatlari ham, odatda bir nechta mushaklarning ishi bilan belgilanadi. Ko'p xollarda mushaklar, bitta birlashma - bo'g'imlarni hosil qiladigan yondosh suyaklarni birlashtiradi.

Mushaklar - kimyoviy energiyani bevosita mexanik energiyaga (ish) va issiqlikka aylantiradigan "mashina". Ularning faoliyati, xususan, qisqarish va kuchni generatsiya qilish mexanizmi, fizik va kimyeviy qonunlardan foydalangan holda molekulyar darajada isbotlangan.

Mushak qisqarishining mexanikasi. Mushakning elektrli qo'zg'alishi uni mexanik qisqarishiga olib keladi. Elektrli qo'zg'alish, asabli-mushakli birikishi (harakatlantiruvchi oxirgi plastinka) sohasida, ya'ni asab va mushakning kontakt qiladigan joyida harakatlantiruvchi neyronlarning razryadi bilan hosil qilinadi. Bu erda atsetilxolin mediator ajralib chiqadi, u, postsinaptik membrana bilan o'zaro ta'sir qiladi va mushakning elektrli qo'zg'alishini, ya'ni harakat potensialini chaqiradi. Harakat potentsiali ta'siri ostida, mexanik qisqarishni boshlab yuboradigan kalsiy ajraladi.

Mushakni qo'zg'atuvchiga reaksiyasi. Mushak, yakka rag'batga yakka qisqarish bilan javob beradi. Mushakka ta'sir ko'rsatayotgan qo'zg'atuvchi quyidagi parametrlari

bilan tavsiflanadi: a) jadalligi bilan (V yoki mV); b) muddati bilan (s yoki ms); v) chastotasi bilan (imp/s). Mushak yakka qisqarishining muddati taxminan 0,1 s ni tashkil qiladi.

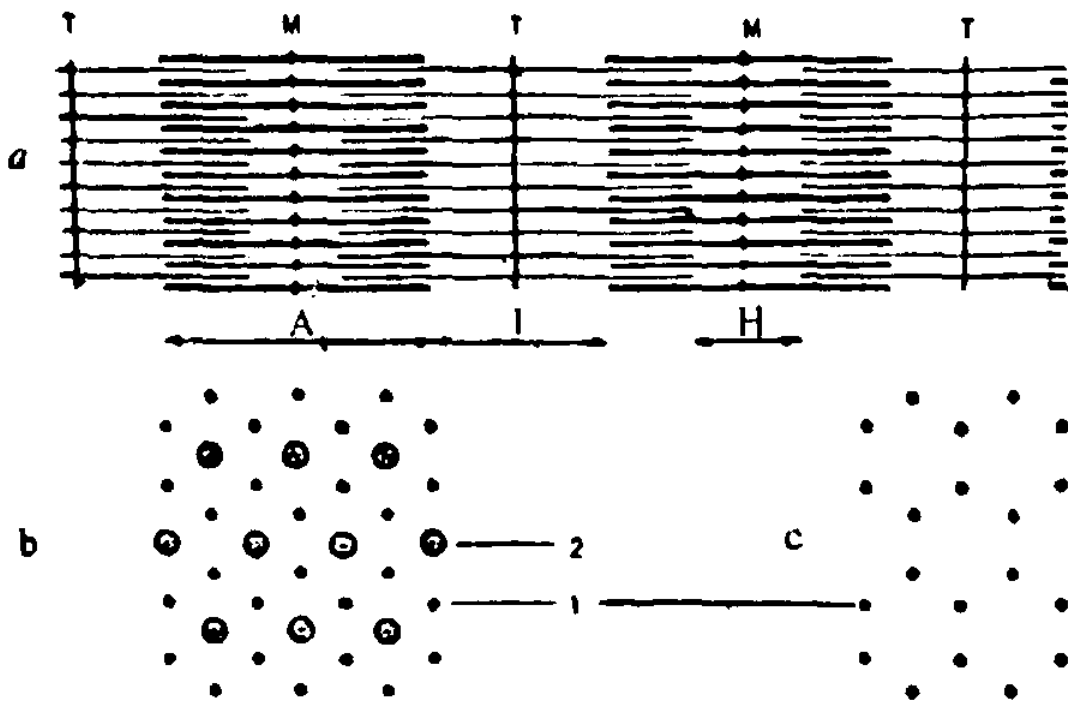
Mushakning qo'zg'atuvchiga elektron javobi (harakat potentsiali), mushak qo'zg'atuvchiga javob bermagan paytdagi reflektorlik davri bilan tavsiflanadi; skelet mushagining mexanik qisqarishida bunday davr yo'q. Shuning uchun, agar mushak oldingi qisqarishidan keyin, xali to'liq bo'shashmagan lahzada unga qaytadan qo'zg'atuvchi ta'sir ko'rsatsa, qisqarishning kuchayishini, yoki summatsiya hodisasini kuzatish mumkin. Summatsiya paytida rivojlanadigan kuchlanish, yakka qisqarish paytidagidan katta.

Qisqarishning molekulyar mexanizmi. Skelet mushagining bir grammida taxminan 100 mg "qisqaruvchi oqsillar" - aktin (molekulyar massasi 42 000) va miozin (molekulyar massasi 50 000) bor. Mushak qisqarishi aktida ularning o'zaro ta'sir mexanizmini X. Xakli va Dj. Xanson (1954) tomonidan ishlab chiqilgan sirpanuvchi iplar nazariyasi tushuntiradi.

Sirpanuvchi iplar nazariyasi. Qisqaruvchi oqsillar aktin va miozin, miofibrillalarda ingichka va yo'g'on miofilamentlarni hosil qiladi. Ular, mushak hujayrasining ichida bir-biriga parallel joylashadi (rasm 5.8).

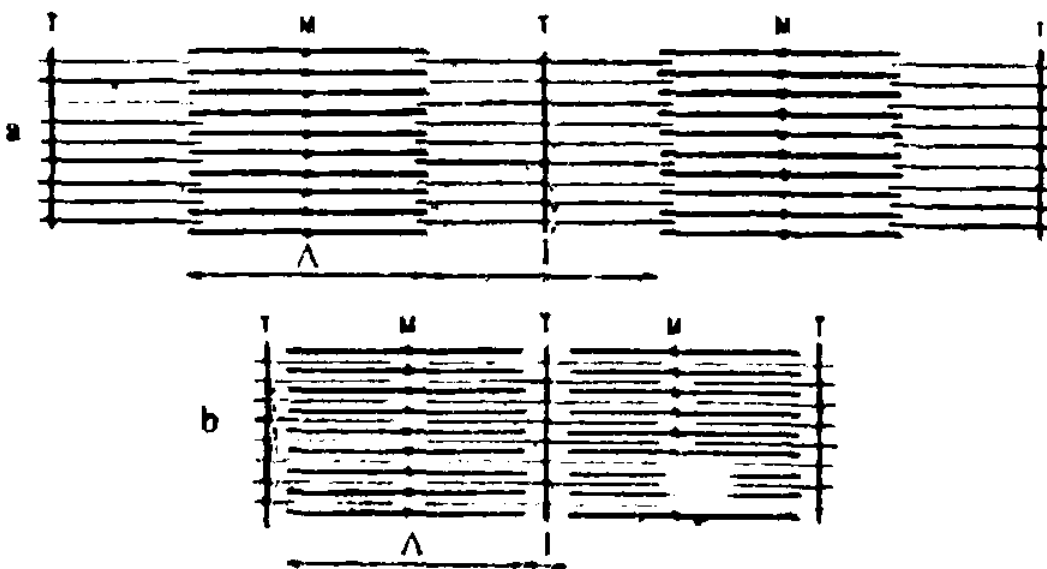
Miofibrillalar - diametri 1 μm atrofida bo'lgan "iplar"ning (filamentlarning) qisqaruvchan tutamlari ko'rinishida bo'ladi. Ularni, Z - plastinka deb nomlanadigan to'siqlar, uzunligi taxminan 2,5 μm dan bo'lgan, bir nechta kompartmentlarga - sarkomerlarga ajratadi.

Mushak, miofibrillalardagi ketma-ket birlashgan ko'p sonli sarkomerlarning kaltalanishi natijasida qisqaradi. Sarkomerlar tarkibiy tuzilmasini ikkita turli funksional holatda taqqoslash orqali (rasm 5.9) iplarning ko'ndalang chizilganligini va o'zaro joylashganligini qisqarish paytidagi o'zgarishlarini ko'rish mumkin: ingichka aktinli filamentlar, qalin miozinli filamentlar orasidan, uzunasi bo'ylab, ularning tutamlari va sarkomerlarining o'rtasiga harakatlanadi.



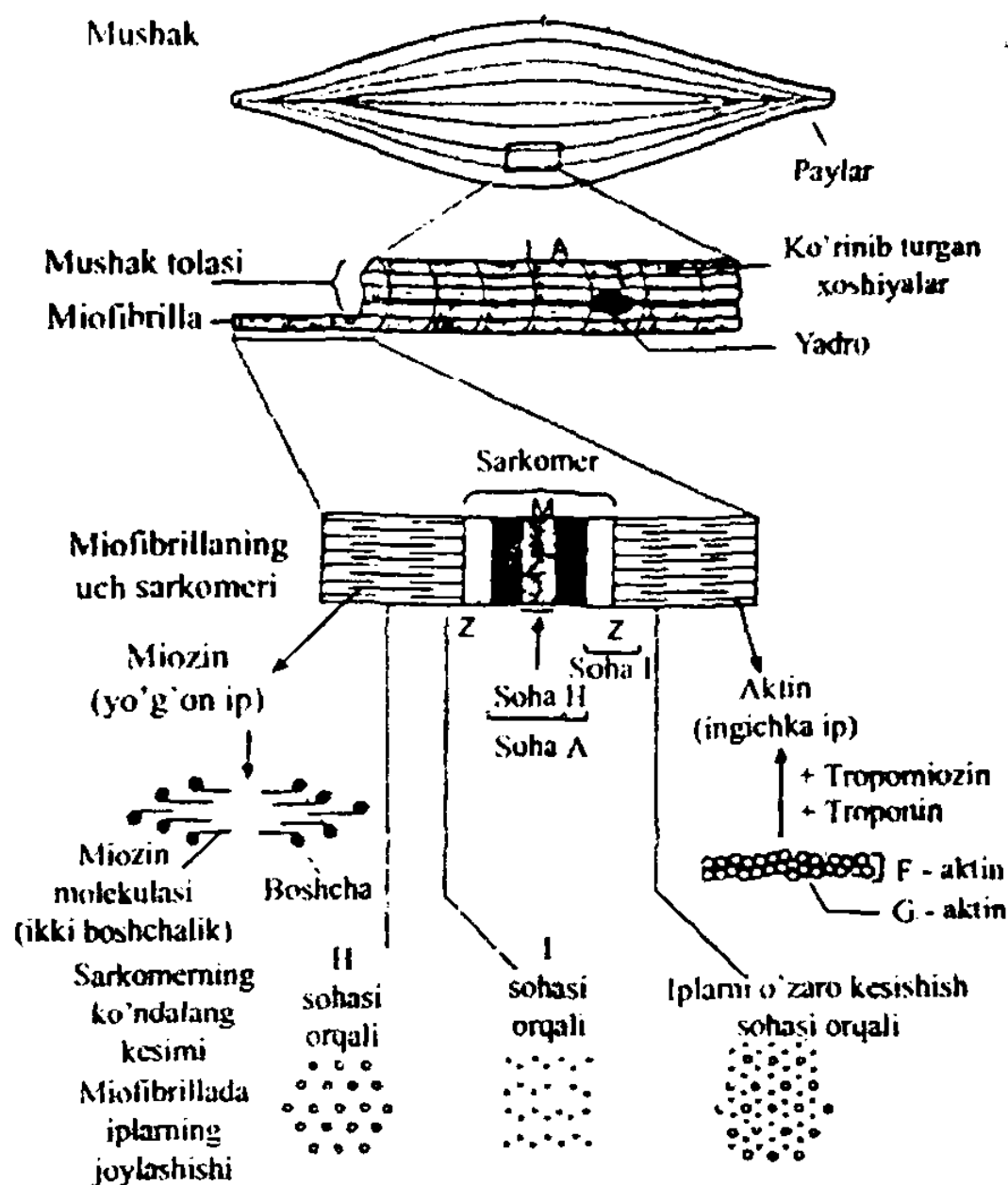
Rasm 5.8. Miofibrillalar tuzilishining sxemasi:

a - uzunasiga kesimi; A - anizotrop disk; I - izotrop disk; T - telofragma; M - mezofragma; H - xoshiyali H; 1 - ingichka (aktin) iplar; 2 - yo'g'on (miozinli) iplar; b - anizotrop disk sohasida miofibrillalarning ko'ndalang kesimidagi aktin va miozin iplarining o'zaro joylashishi; c - izotrop disk sohasida miofibrillalarning ko'ndalang kesimida aktin iplarining joylashishi.



Rasm 5.9. Aktin iplarini miozin iplarining orasidan miofibrillalarning bo'shashgan (a) va qisqargan (b) paytida harakatlanishini ko'rsatadigan sxema (belgilanishlari xuddi 5.9 - rasmdagidek)

Siljiydigan iplar nazariyasi asosiy holatining illyustratsiyasi 5.10-rasmda ko'rsatilgan, mushakning qisqarishi vaqtida aktinli va miozinli iplarning o'zi kaltalashmaydi.



Rasm 5.10. Skelet mushakli tolasing ultrastrukturasi

Iplarning uzunligi mushaklar cho'zilgan paytda ham o'zgarmaydi. Ingichka filamentlar yo'g'on iplar orasidan oddiy ravishda cho'zilib chiqadi, bunda ularning yopilib turish darajasi kamayadi.

Mushak qisqarishlari. Odamda mushaklarning uchta tipi mavjud: skeletning ko'ndalang-targ'il mushaklari, yurakning ko'ndalang-targ'il mushaklari va ichki a'zolar,

tomirlar va terining silliq mushaklari. Ularning barchasi tuzilishi va fiziologik xususiyatlari bilan farqlanadi.

Ko'ndalang-targ'il mushaklarning funksiyalari va xususiyatlari. Ko'ndalang-targ'il mushaklar tayanch-harakat apparatining faol qismi hisoblanadi. Ulardan tashqari, tayanch-harakat apparati tarkibida suyaklar, bog'lamlar va paylar mavjud. Markaziy asab tizimidan keladigan impulslar ta'siri ostida sodir bo'ladigan ko'ndalang-targ'il mushaklarning qisqarish faoliyati quyidagi holatlarda sodir bo'lishi mumkin: 1) organizm fazoda harakatlanganda; 2) gavda qismlari bir-biriga nisbatan harakatlanganda; 3) qadni ushlab turishda. Undan tashqari, mushak qisqarishlari natijalarining biri issiqlik ishlab chiqarish hisoblanadi, chunki mushaklar ishlagan paytida katta miqdorda issiqlik ajraladi.

Mushak tolalarining har biri quyidagi uchta fiziologik xususiyatlarga ega: 1) qo'zg'aluvchanlik, ya'ni qo'zg'atuvchining ta'siriga harakat potensialini generatsiya qilish bilan javob berish qobiliyati; 2) qo'zg'alish to'lqinini, qo'zg'alish nuqtasidan ikki tomonga qarab tolaning barcha uzunligi bo'ylab o'tkazish qobiliyati; 3) qisqaruvchanlik, ya'ni qo'zg'alish paytida qisqarish yoki kuchlanishni o'zgartirish qobiliyati.

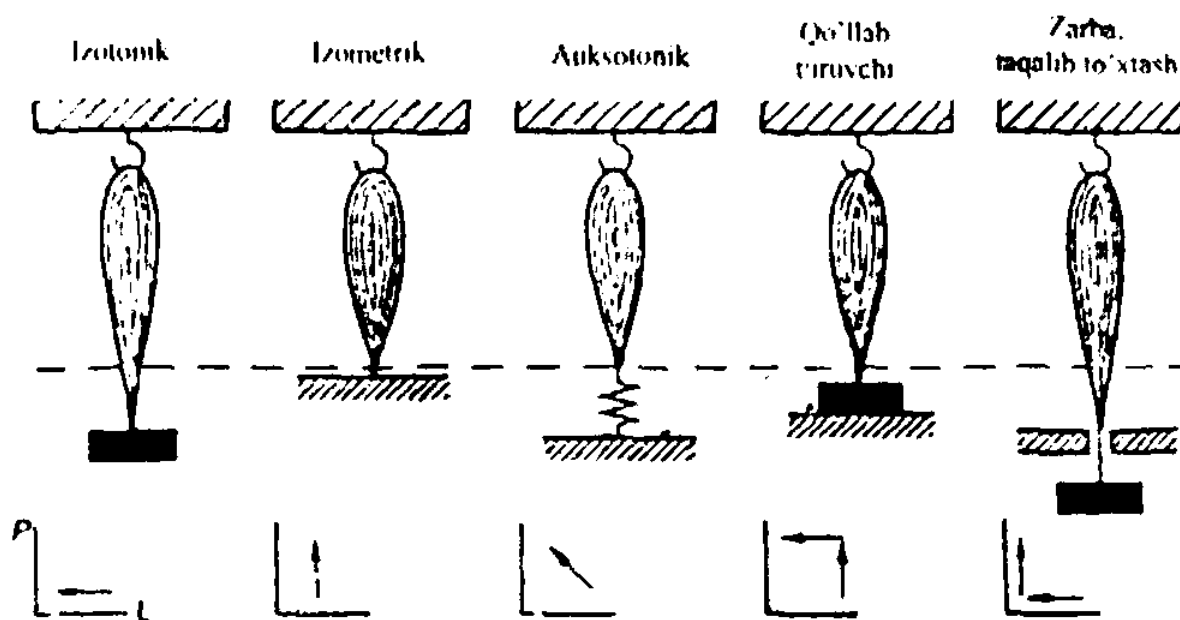
Qo'zg'aluvchanlik va harakat potensialini o'tkazish qobiliyati, yuza hujayra membranasi - sarkolemma mushak tolasining funksiyasi, qisqarish esa uning sarkoplazmasida joylashgan miofibrillalarning funksiyasi hisoblanadi.

Izotonik va izometrik qisqarishlar. Mushak tolasini bo'ylab harakat potensialining tarqalishi, uning qisqartiruvchi apparatini faollashtiradi, buning oqibatida tola qisqaradi. Qisqarish sodir bo'layotgan sharoitlarga bog'liq ravishda uning ikkita tipini farqlashadi: izotonik va izometrik (rasm 5.11).

Izotonik qisqarish deb, mushakning shunday qisqarishiga aytiladiki, unda mushakning tolalari qisqaradi lekin kuchlanish doimiyligicha qoladi. Izotonik qisqarishga, mushak tomonidan yukni erkin ko'tarishi misol bo'ladi, bu hol, uni asta-sekin kuchlanishini belgilaydi.

Izometrik qisqarish paytida mushak kaltalasha olmaydi, masalan, agar uning ikkala uchi qimirlamaydigan qilib mustahkamlangan bo'lsa. Bu holatda, mushak tolalarining uzunligi o'zgarmas bo'ladi, lekin ularning kuchlanishi ortadi.

Organizmدا mushaklarning tabiiy qisqarishlari hech vaqt toza holda izotonik yoki izometrik bo'lmaydi, chunki mushaklar yukni ko'targan paytida (masalan, bo'g'implarda qo'l-oyoqlar bukilganda) kaltalashadi va shu bilan birga o'z kuchlanishini o'zgartiradi.



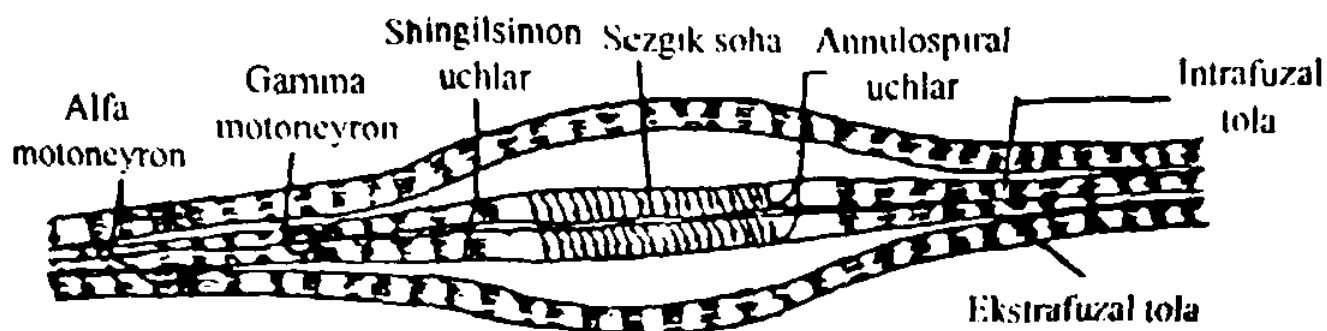
Rasm 5.11. Mushak qisqarishlarining turlari: izotonik, izometrik, auksotonik qisqarish, qo'llab-quvvatlovchi, zarb, tayanib to'xtash.

Yukni siljitish bo'yicha ish bajarayotgan paytida, mushak avvaliga izometrik qisqaradi, so'ngra izotonik qisqaradi. Izotonik qisqarishlar paytida maksimal foydali harakat koeffitsienti taxminan 25 % ga teng. Elkaning ikkiboshli mushagi tipidagi bukuvchi mushaklar izotonik qisqaradi, ya'ni kaltalashadi, sonning to'rtboshli mushagi, gavdaning tik turgan holatida, izometrik rejimda kuchlanadi va qisqaradi.

Skelet mushak tolalarining qo'zg'aluvchanligi va qo'zg'alishi. Ko'ndalang-targ'il mushak ko'p sonli funksional birliklar bo'lmish mushak tolalaridan yoki mushak hujayralaridan iborat.

Skelet mushagida mushak tolalarining ikkita turi farqlanadi: intrafuzal va ekstrafuzal. Intrafuzal (S. Sherringtonning fikriga ko'ra) asab-mushak duklarining ixtisoslashgan mushaklari bo'lib, mushakning kuchli retseptor maydoni hisoblanadi. Ekstrafuzallari harakatlanish va gavda holatini ta'minlash uchun kuch yaratadi (rasm 5.12).

Intrafuzal mushak tolalari, hajmi bo'yicha ekstrafuzallaridan ancha kichik bo'ladi.



Rasm 5.12. Mushak doli va uning innervatsiyasi

Skelet turli mushak tolalarining qo'zg'aluvchanligi o'zgaruvchan bo'lib, tezkor deb ataladigan mushak tolalarida ko'proq va sust tolalarda kamroq kuzatiladi.

Organizmning tabiiy faoliyati sharoitlarida, skelet mushaklarini harakatlantiruvchi asab tomonidan innervatsiya qilinishi bilan bog'liq ma'lum bir o'ziga xoslik mavjud. Orqa miya oldingi shohlarining harakatlantiruvchi hujayrasining o'simtasi hisoblangan motor asab tolasining har biri mushakda shohlanadi va bir emas, balki bir guruh mushak tolalarini innervatsiyalaydi. Bunday guruh, *motor birlik* degan nom olgan. Motor birlikning tarkibiga kiruvchi mushak tolalarining soni, odamning turli mushaklarida juda katta chegaralarda o'zgarib turadi. Tolalarning eng kam soni, juda tez va aniq harakatlarni bajarilishini ta'minlaydigan mushaklarning motor birliklari tarkibida bo'ladi. Bundaylarga ko'z soqqasining mushaklari (ularning motor birliklari 3-6 ta mushak tolalaridan iborat) va qo'l barmoqlarining mushaklari (ularda bitta asab tolasini 10-25 ta mushak tolalarini innervatsiyalaydi) kiradi. Nisbatan sekin harakatlarni bajarilishi tana va qo'l-oyoqlarning mushaklariga bog'liq bo'lib, barmoq mushaklari singari unchalik aniq nazorat qilinishiga ehtiyoj bo'lmagan, nisbatan sekin harakatlarning bajarilishi tana va qo'l-oyoqlarning mushaklariga bog'liq bo'lib, ularning motor birliklari 500 ta va undan ko'p mushak tolalaridan tashkil topgan. Boldir mushaklarining motor birliklari 2000 ga yaqin tolalardan iborat.

Skelet mushaklarini innervatsiya qiladigan asab tolalarida qo'zg'alishning tarqalish tezligi juda katta bo'lganligi oqibatida, motor birlikni tashkil qiluvchi mushak tolalari deyarli bir vaqtda qo'zg'alish holatiga keladi.

Odamning skelet mushaklarida tabiiy ravishda tez va sust mushak tolalaridan tarkib topgan mos ravishdagi tez va sust motor birliklar farqlanadi. Sust tolalarda harakat

potensialining muddati tez tolalarnikiga nisbatan taxminan 2 marta, qisqarish to'loqining muddati - 5 marta ko'p, uni o'tkazish tezligi esa, taxminan 2 marta kam.

Skelet mushaklari, ko'pchilik holatlarda aralash hisoblanadi: ular, ham tez, ham sust motor birliklardan iborat. Shu tufayli, asab markazlari bitta mushakning o'zidan tez, fazali harakatlarni amalga oshiruvchi sifatida ham va tonik kuchlanishni qo'llab turuvchi sifatida ham foydalanishi mumkin. Bitta faoliyat rejimidan boshqasiga o'tish, avval bitta, keyin esa boshqa motor birliklarni ketma-ket ishga jalb qilish orqali amalga oshiriladi.

Kelayotgan impulsga javoban bir vaqtda, ya'ni sinxron ravishda qo'zg'aladigan har bir motor birlikning mushak tolalaridan farqli o'laroq, turli mushaklar motor birliklarining mushak tolalari, odatda, asinxron ishlaydi. Bu holat shunday tushuntiriladi, motor birliklar turli harakat neyronlari bilan innervatsiyalanadi va ushbu neyronlar har xil chastota va vaqt birligida impulslar jo'natadi. Turli motor birliklari qisqarishining boshlanishini va yakunlanishini bir vaqtda bo'lmasligiga qaramasdan, mushakning umumiy qisqarishi, umuman olganda, normal faoliyat sharoitida qo'shma xarakterga ega, xattoki mushak birliklarining har biri sust ritmda ishlab turganda ham (masalan, sekundiga 5 marta qisqarganda).

Shunday qilib, orqa miyaning mos ravishdagi neyronlarining asinxron ishlashi bilan belgilanadigan motor birliklarning asinxron faoliyati paytida, gavdaning barcha harakatlari kichik chastotali harakat impulsatsiyasi davridayoq oxirga xarakterga ega. Motor birliklarning asinxron faoliyati, butun mushakdan potensialni uzatish paytida, ularning har birini elektr faolligini farqlash imkoniyatini bermaydi: harakat potensialining har xil vaqtda paydo bo'ladigan cho'qqilari elektrodlarda algebraik yig'indi sifatida to'planadi, buning oqibatida yuzaga keladigan murakkab ko'rinish bo'yicha alohida mushak tolalarining elektr faolligi to'g'risida faqat bilvosita fikr yuritish mumkin.

Odam qo'l-oyoqlari mushaklari motor birliklari tinch holatda harakat potensialining ahyon-ahyondagi razryadlarini sezadi. Bu, mushak tonuslarini belgilaydi. Uncha katta bo'lmagan kuchlanish paytida chastotasi sekundiga 5-10 bo'lgan razryadlar paydo bo'ladi. Kuchlanishning ortishi harakat potensialining yuzaga kelish chastotasini sekundiga 20-50 gacha ko'paytiradi.

Sekundiga 50 dan oshadigan razryadlar chastotasini, faqat mushak kuchayishlari maksimal bo'lgandagina ro'yxatga olish mumkin. Mushak qisqarishlarining kuchi, reaksiyaga bir vaqtda jalb qilinadigan motor birliklarining soniga va ularning har birini qo'zg'alish chastotasiga bog'liq.

Odamda mushak tonuslari, ma'lum bir chegaralarda beixtiyor ravishda boshqarilishi mumkin - xohishiga ko'ra, mushaklarni to'liq bo'shashtirish mumkin yoki ularni harakat sodir qilmagan holda bir muncha kuchlantirish mumkin. Shuni aytish kerakki, skelet mushaklarining tonusini amalga oshirishda sust va tonik motor birliklar alohida rol o'ynaydi. Ular, tezlanish va bo'shashish jarayonlarining kichik tezligi bilan farqlanadi va shuning uchun, qo'zg'alishning xattoki ahyon-ahyondagi ritmi ham mushak tolalarini kaltalashgan holatda uzoq muddat ushlab turish uchun etarlidir.

Mushaklar tinch holatda, ish bajarmaganda to'liq bo'shashmaydi, balki qandaydir darajada kuchlanishni saqlaydi - bu *tonus* deb ataladi. Tonusning tashqi ifodalanishi, mushaklarning ma'lum bir darajadagi tarangligi hisoblanadi. Skelet mushaklarining tonusi turli mushak tolalarini navbat bilan qo'zg'atuvchi asab impulslarini mushakka ahyon-ahyon kelib tushishi bilan bog'liq. Ushbu impulslar orqa miyaning motoneyronlarida paydo bo'ladi. Ularning faolligi, o'z navbatida, yuqori joylashgan markazlardan ham, periferiyadan - mushaklarning o'zlarida joylashgan proprioretseptorlardan ("mushak duklaridan") ham chiqib kelayotgan impulslar tomonidan quvvatlanadi va boshqariladi. Skelet mushaklarining tonusi reflektor tabiatga ega.

Skelet mushak tolalarining tiplari. Har biri o'zining fiziologik xususiyatiga ega bo'lgan ikkita tipdagi skelet mushaklar tolalari ajratiladi. Bu, sust (tonik) va tez (fazik) tolalar. Ushbu ikkala tipdagi tolalar tufayli organizm harakatlanish va pozani (holatini) ushlab turish qobiliyatiga ega. Tez tolalar mushakni katta tezlik bilan qisqarish imkonini beradi.

Odam gavdasining barcha mushaklari bir vaqtning o'zida ikkala tipdagi tolalardan tuzilgan, lekin ularning bittasi dominantlik qiladi. Bu, fiziologik ahamiyatga ega, chunki tonik mushaklar sust va uzoq muddatli qisqarish qobiliyatiga ega va ular, mos ravishda

rostlovchi mushaklarda ko'proq, tez reaksiyalar uchun belgilangan bukuvchilarda esa fazik tolalar ko'proq.

Tez va sust mushaklar. Mushaklar qisqarishining tezligi ularning funksiyalariga bog'liq ravishda har xil bo'ladi. Sust reaksiyalarni amalga oshirishga javobgar bo'lgan kambalasimon mushaklarga nisbatan boldir mushaklari tezroq qisqaradi, ko'z mushagi esa - yanada tezroq qisqaradi. Tez mushak tolalarida, qoidaga binoan, sarkoplazmatik retikulum ancha rivojlangan bo'lib, bu kalsiyni tezkor ajralishiga ko'maklashadi. Ularni "oyoq" mushak tolalari deb atashadi. Sust mushaklar ancha mayda tolalardan tarkib topgan. Bunday mushaklarni, tarkibida yuqori darajada mioglobin bo'lganligi tufayli qizg'ish rangga ega ekanligi uchun, ko'pincha "qizil" mushaklar deb atashadi.

5.5. Mushaklarning ishi

Mushaklar ishi - ularning qisqarishidan iborat. Bunda, mushaklar boshlanish va birikish uchlarini bir-biriga yaqinlashtiradi, natijada gavdaning ana shu qismi harakatga keladi, ya'ni mushak mexanik ish bajaradi. Ish paytida, yukning ko'chishi va bo'g'implarda suyaklarning harakatlari sodir bo'ladigan ish - *dinamik ish* deyiladi. Mushak ishlagan paytda mushak tolalari kuchlanishni rivojlantirsa, lekin deyarli kaltalashmasa (bu, mushak izometrik rejimda qisqarganda sodir bo'ladi) - bu *statik ish* deyiladi. Mushaklar, gavdaning ma'lum bir vaziyatini tik saqlab turish uchun statik ish bajaradi, bunda gavda fazoda siljimaydi (qimirlamasdan oyoqda tik turish yoki stulda o'tirish vaziyatini saqlash uchun mushaklar qisqarib turadi). Statik ish dinamik ishga nisbatan charchatadigandir.

Mushaklar faqatgina kaltalashgan paytida kuchni rivojlantirishga qobiliyatli (ya'ni, tortish, itarish emas) bo'lganligi tufayli, shu narsa tushunarliki, suyakni siljitish va keyinchalik, yana o'z holatiga qaytarish uchun, hech bo'lmaganda ikkita mushak yoki ikki guruh mushaklar kerak. Shunday holatda harakat qiluvchi juft mushaklar *antagonistlar* deb ataladi. Juda kam hollardagina, harakatda faqat bir juft mushak-antagonistlar ishtirok etadi. Odatda, har bir alohida harakat bir guruh mushaklar, ya'ni sinergist deb nomlangan mushaklar tomonidan ta'minlanadi.

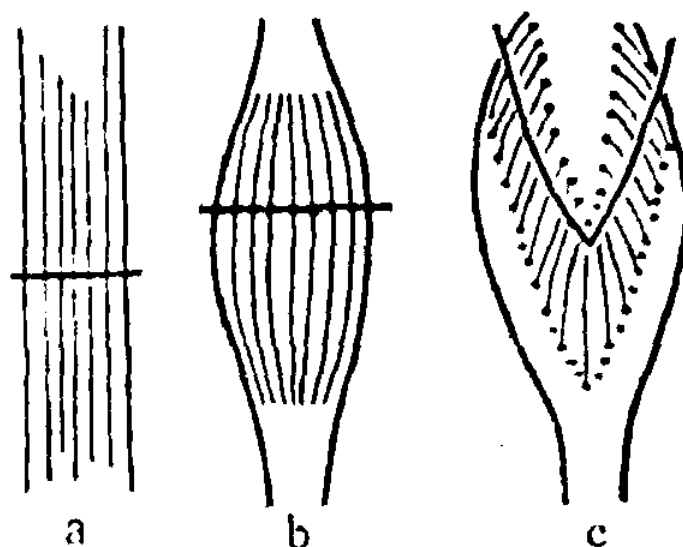
Ma'lum bir kuchga ega qo'zg'alish paytida mushakning qisqarish kattaligi (kaltalanishi darajasi), uning morfologik hamda fiziologik xususiyatlariga bog'liq. Uzun mushaklar, kalta mushaklarga nisbatan ko'proq kattalikda qisqaradi. Mushakning bir maromda cho'zilishi, uning qisqarishi samaradorligini oshiradi; kuchli cho'zilgan paytida esa, mushakning qisqarishi kuchsizlanadi. Agar, uzoq muddat ishlashi natijasida mushakning charchashi rivojlansa, unda, uning qisqarish kattaligi kamayadi.

Mushakning kuchini o'lchash uchun, u ko'tara oladigan maksimal yukni hisoblash kerak yoki izometrik qisqarish sharoitida, u rivojlantirishi mumkin bo'lgan maksimal kuchlanishni hisoblash kerak.

Yakka mushak tolasi 100-200 mg ga etadigan kuchlanishni rivojlantira oladi. Agar, odam gavdasida taxminan 15-30 mln mushak tolalari borligini inobatga olsak, ularning barchasi bir tomonga bir vaqtda tortsa 20-30 tonnalik kuchlanishni rivojlantirgan bo'lar edi.

Mushakning kuchi, turli teng sharoitlarda, uning ko'ndalang kesimiga bog'liq. Mushak ko'ndalang kesimining o'lchovi, uning *anatomik ko'ndalang kesimi*, yuk ko'tarish qobiliyati esa - *fiziologik ko'ndalang kesimi* deb ataladi. Mushaklarning anatomik ko'ndalang kesimi santimetrlarda, fiziologik ko'ndalang kesimi esa kilogrammlarda o'lchanadi. Mushakning fiziologik ko'ndalang kesimi, ya'ni uning barcha tolalarini ko'ndalang kesishishi yig'indisi qanchalik katta bo'lsa, u ko'tara oladigan yuk shunchalik katta bo'ladi. Fiziologik ko'ndalang kesimi geometrik ko'ndalang kesimi bilan faqatgina tolalari ko'ndalang joylashgan mushaklardagina to'g'ri kelishi mumkin. Tolalari egri bo'lgan mushaklarda, tolalarning ko'ndalang kesimi yig'indisi, mushakning o'zidagi tolalar ko'ndalang kesimi yig'indisidan ancha yuqori bo'lishi mumkin (rasm 5.13). Shu sababga ko'ra, tolalari egri bo'lgan mushakning kuchi xuddi shunday qalinlikdagi, lekin tolalari ko'ndalang bo'lgan mushaknikidan ancha katta bo'ladi. Turli mushaklarning kuchini taqqoslash imkoniyatiga ega bo'lish uchun, mushak ko'tara olishi mumkin bo'lgan maksimal yukni, uni fiziologik ko'ndalang kesimlarining kvadrat santimetrlari soniga bo'lish kerak. Shu yo'l bilan, mushakning absolyut kuchi hisoblanadi. Bir santimetr kvadratda (1 sm^2) kilogrammlarda ifodalangan absolyut kuch odamning boldir mushagida 5,9 ga, elkani bukuvchi mushagida - 8,1, chaynaydigan

mushakda - 10, elkaning ikkiboshli mushagida - 11,4, elkaning uchboshli mushagida .
16,8, silliq mushaklarda - 1 ga teng.



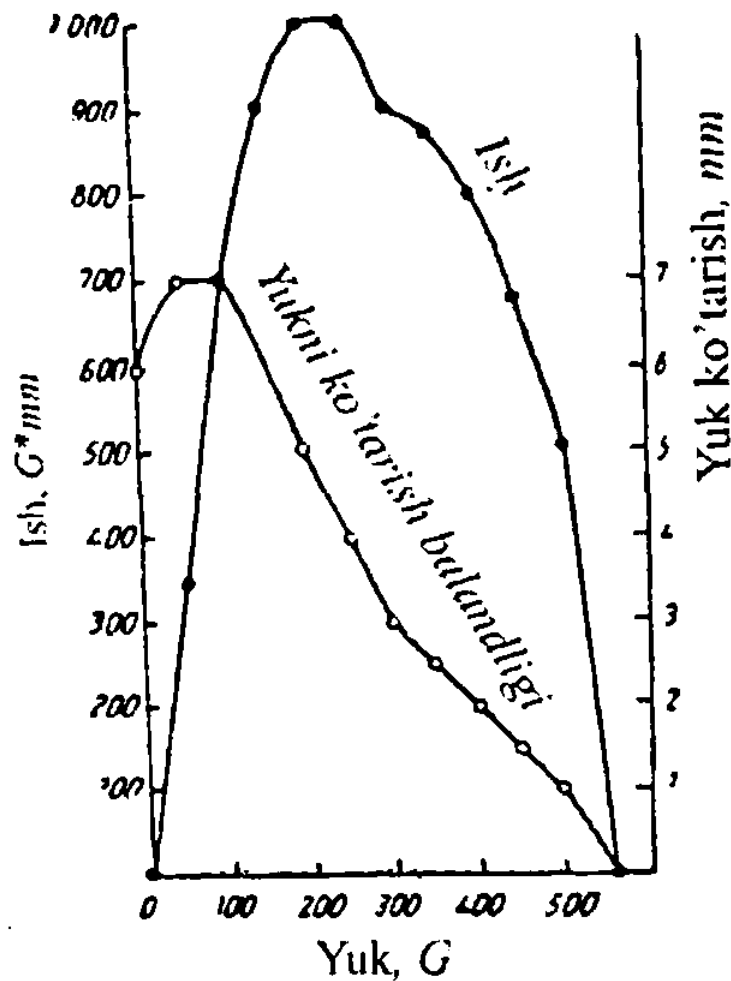
Rasm 5.13. Turli mushaklarning tuzilish tiplari:

a - tolalari parallel o'tuvchi mushaklar; b - duksimon mushak; c - patsimon mushak

Odam mushaklarining ko'pchiligi patsimon tuzilishga ega. Patsimon mushak katta fiziologik kesimlarga ega va shu sabab, katta kuchga ega.

Mushakning ishi, uni ko'targan yukini mushakning kaltalashgan kattaligiga ko'paytirish bilan o'lchanadi, ya'ni kilogrammometrlarda yoki grammsantimetrlarda ifodalanadi.

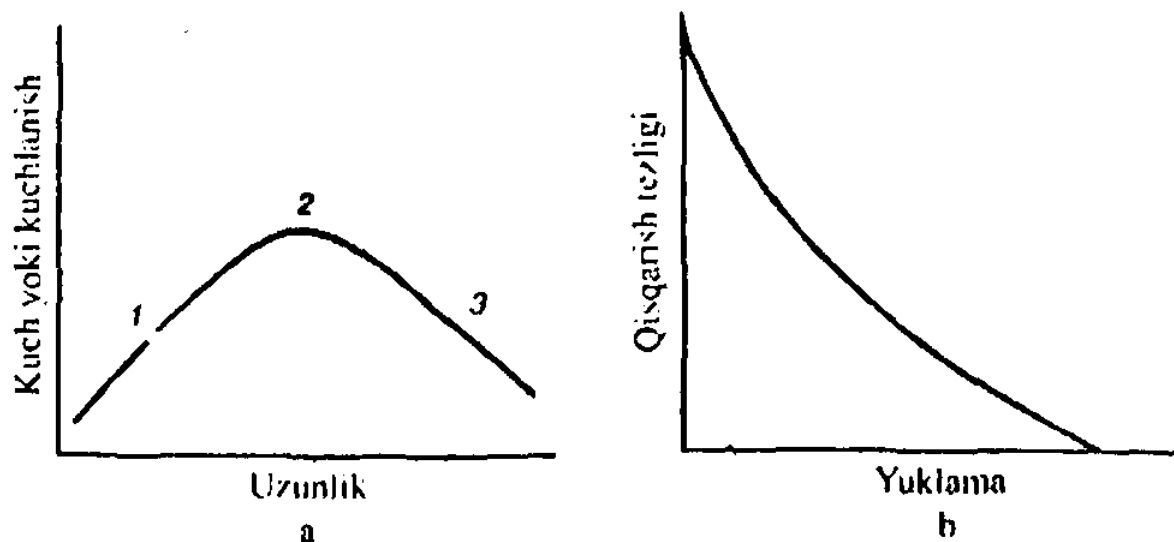
Mushak ko'taradigan yuk va u bajaradigan ish o'rtasida quyidagi bog'liqlik mavjud. Agar, mushak yuksiz qisqarayotgan bo'lsa, uning tashqi ishi nolga teng. Yuk kattalashgan sari, mushak ishi avvaliga ortadi, keyin esa, sekin-asta pasayadi. Mushak ko'tara olmaydigan juda katta yuk paytida, uning ishi yana nolga teng bo'lib qoladi. Yukning kattaligi, mushakning kaltalanish darajasi va ishning kattaligi o'rtasidagi mavjud nisbatlar 5.14-rasmda ko'rsatilgan. Rasmdan ko'rinib turibdiki, ayrim o'rtacha yuklanish paytida mushak eng katta ish bajaradi: mazkur holatda yuk 200-300 g. Vaqt birligi ichida bajarilgan ishning kattaligi bilan o'lchanadigan mushakning quvvati ham o'rtacha yuklanish paytida maksimal kattalikka erishadi. Shu tufayli, ishning bog'liqligi va yuklanishdan olingan quvvatlar o'rtacha yuklanish qoidasi, deb nomlangan.



Rasm 5.14. Baqani mashinachilar mushagining yuklanishi (grammlarda), Qisqarishi (yukning ko'tarilishi millimetrlarda) va ishining (grammmillimetrlarda) nisbati (Uoller bo'yicha)

5.6. Mushakning mexanik xususiyatlari

Mushakning ancha muhim xususiyatlari - bu, uning uzunligi, kuchi va qisqarishi tezligi hisoblanadi. Mushakning qandaydir optimal uzunligi mavjud bo'lib, unda qisqarish maksimal darajada. Buni, dastlabki uzunligi turlicha qiymatda fiksatsiya qilinuvchi ajratilgan mushakning izometrik qisqarishlari o'rganilgan tajribada ko'rish mumkin (rasm 5.15). Agar, mushakning dastlabki uzunligi kichik bo'lsa, u qisqargan paytida rivojlantiradigan kuchlanishi ham katta bo'lmaydi; uni ma'lum bir qiymatgacha cho'zilganda (rasm 5.15a dagi nuqta 2) ushbu kuchlanish maksimal darajaga etadi. Agar, mushak haddan tashqari cho'zilsa (nuqta 3), uni qisqarish kuchi yana pasayadi. Skelet mushaklari uchun uzunlik va kuch o'rtasidagi bunday o'zaro nisbat katta ahamiyatga ega emas, lekin yurak mushagida u muhim rol o'ynaydi. Mushakka yuklanishni oshirish uning qisqarishlari tezligini pasaytiradi (rasm 5.15, b).



Rasm 5.15. Mushakning kuchi, kuchlanishi va uzunligi o'rtasidagi bog'liqlik:
a - teng kuchli uzunlik, **b** - tinchlik uzunligi.

5.7. Biomehanika elementlari

Mushaklar qisqarganda kimyoviy energiyasining ancha katta ($1/4 - 1/3$) qismini mexanik ishga aylantiradi va shu bilan birga issiqlik ajratadi. Bu, organizmda issiqlik ajralishining eng asosiy manbalaridan biri

Mushaklar, odatda, bir-biri bilan bo'g'imlar orqali birlashgan suyaklarga ta'sir ko'rsatadi, demak, u yoki bu turdagi richag hosil bo'ladi.

Odam gavdasida, ayniqsa, ikkinchi turdagi bir elkali richaglar ko'p: kuchni qo'yish nuqtasi - tayanch nuqtasi va qarshilik nuqtasi (gavdani harakatga keltiriladigan qismining og'irlik markazi) o'rtasida joylashgan. Masalan, tirsak birlashmasi. Unda bukilish sodir bo'layotganda, tayanch nuqtasi elka va tirsak suyaklarining birlashgan liniyasida yotadi; ushbu nuqtadan narida bilak sohasining eng yuqori bo'limida kuchni qo'yish nuqtasi (bilak sohasini bukuvchi ikkiboshli va elka mushaklarining biriktirilgan joyi) joylashadi, qarshilik nuqtasi (bilak sohasi va kaftning og'irlik markazi) distalroq joylashadi. Ushbu richagda qarshilik elkasi kuchni qo'yish elkasidan uzunroq bo'lgani tufayli qarshilikni engish uchun nisbatan katta kuch ishlatishga to'g'ri keladi; bunda vaqtdan yutiladi, shu sabab, bunday turdagi richag tezlik richagi deb ataladi.

Mushakning qisqarishi har doim ham o'zi biriktirilgan suyakni harakatga keltirmaydi: qisqarish bir xil paytlarda suyakni ma'lum bir holatda ushlab turadi

(immobilizatsiya). Harakatlar paytida bitta mushakning ishi bilan, uning boshlanish joyini immobilizatsiya qiluvchi bir nechta boshqa mushaklarning qisqarishi birgalikda sodir bo'lsa, bunday harakatlar *muvoziqlashgan* yoki *uyg'un harakatlar* deb ataladi. Mushak, o'ta kam hollarda bir o'zi qisqaradi: gavdaning eng sodda ko'ringan harakatlari ham bir nechta mushaklarning ishi bilan belgilanadi.

Ko'pincha mushaklar bitta birlikni hosil qiluvchi yondosh suyaklarni birlashtiradi: bunday turdagi mushaklar *bir bo'g'imli* deb ataladi, chunki ular bitta bo'g'imga ta'sir ko'rsatadi. Ko'pchilik mushaklar borki, ikki yoki ko'proq bo'g'imlar yonidan o'tadi - ular *ikki bo'g'imli* yoki *ko'p bo'g'imli* deb ataladi. Ko'p bo'g'imli mushaklar ancha murakkab ta'sir ko'rsatishi bilan ajralib turadi, chunki nafaqat skeletning o'zi birikkan qismini harakatga keltiradi, balki mushakning boshlanish nuqtasidan to birikkan joyigacha bo'lgan masofada joylashgan suyaklar holatini ham o'zgartiradi.

BOB VI. HARAKATLAR SIFATINING BIODINAMIKASI (BIOMEXANIKASI)

Har bir odam ma'lum bir harakatlar ko'nikmalariga ega, masalan, ma'lum bir og'irlikni ko'tara oladi, yuguradi yoki sakraydi va h.k., lekin imkoniyatlar hammada har xil bo'ladi. Bu yoshga, naslga, asosiysi mashq qilishga bog'liqdir. Harakatlar sifati bir biridan shakli va sarflangan energiyasi bo'yicha farq qiladi. Harakatlar sifati - bu, odam motorikasining alohida tomonlaridir. Ular, harakatlar va energetik ta'minlanishning bir xil shaklida namoyon bo'ladi va analogik fiziologik mexanizmlarga ega.

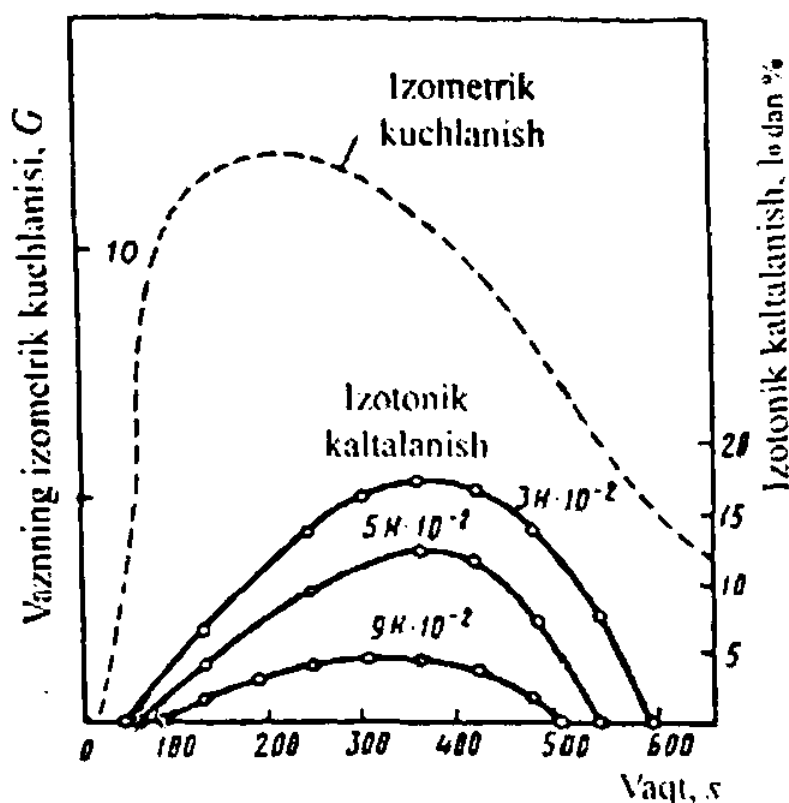
Shuning uchun, u yoki bu sifatlarni takomillashtirish metodikasi (trenirovkasi) aniq harakatlar turiga bog'liq bo'lmagan holda umumiy ko'rinishlarga ega. Masalan, marafonchining chiniqqanligi ko'pchilik holatlari bilan chang'i poygachisi, velosiped poygachisi, konki poygachisi va boshqalar chiniqqanligiga o'xshashdir. Harakatning kuchi (F), tezligi (V) va muddati (t) bir-biri bilan ma'lum bir nisbatda bo'ladi. Ushbu nisbat, har xil faoliyat turlarida (sportning har xil turlarida) turlichadir.

Mushaklar qisqargan paytida katta kuchlanishni rivojlantiradi, bu ko'ndalang kesimlar, tolalarning dastlabki uzunliklari va bir qator boshqa omillarga bog'liq. Mushakning 1 sm^2 ko'ndalang kesimidagi kuchi - *absolyut mushak kuchi* deb ataladi. Odam uchun bu kuch 50 dan to 100 H gacha teng.

Bitta mushakning kuchi va quvvati bir qator fiziologik sharoitlarga bog'liq: yoshga, jinsga, trenirovkaga, havo haroratiga, mashqni bajarish paytidagi dastlabki holatga, bioritmlarga va h.k.

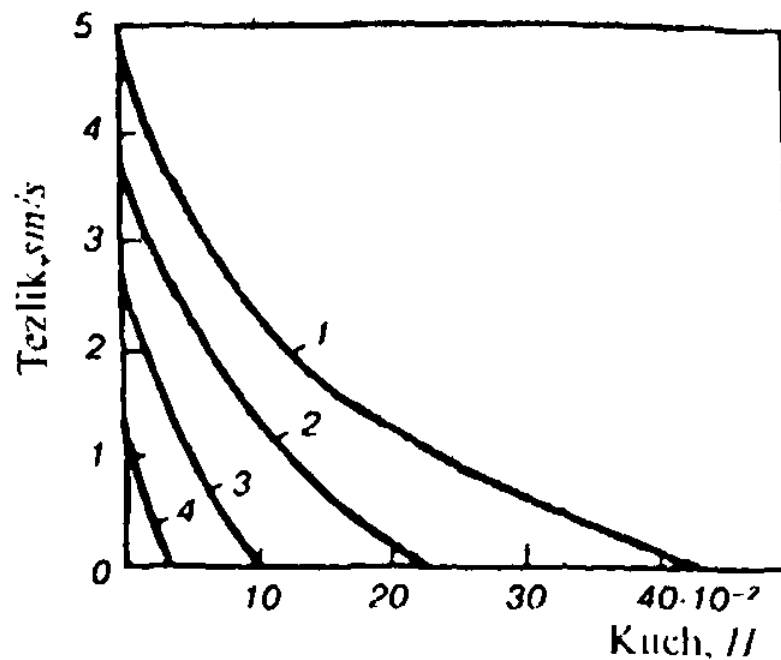
Mushak (tolalar tutami yoki tolalar) qisqaruvchanligi faolligining tashqi ko'rinishi shundan iboratki, uni fiksatsiya qilingan uzunligida kuchlanish rivojlanadi, fiksatsiya qilingan yuklanishi paytida esa kaltalanishi sodir bo'ladi. Mushaklar bilan tajriba ikkita rejimda o'tkaziladi: *izometrik rejimda* - bunda, mushak uzunligi fiksatsiya qilingan bo'ladi va *izotonik rejimda* - bunda, doimiy yuklanish paytida mushak kaltalanish imkoniyatiga ega bo'ladi (rasm 6.1). Rasmdan ko'rinib turibdiki, izometrik kuchlanish juda tez rivojlanadi va o'zining maksimal kattaligiga, qo'zg'alish belgilangandan taxminan 170 ms o'tgandan so'ng erishadi. U, 200 ms dan boshlab, ortib boruvchi tezlik

bilan yana pasayadi. Shuni qayd qilish lozimki, 900 ms dan keyin ham, mushakda qandaydir kuchlanish saqlanadi, bu faol fizik va kimyoviy jarayonlar bilan belgilanishi mumkin xolos.



Rasm 6.1. Izometrik va izotonik yakka qisqarish.
Baqaning mashinachilar mushagi 0° S da (B. Jewell, D. Wilkie, 1960 bo'yicha)

Izotonik yakka qisqarish izometrik yakka qisqarishdan ancha farq qiladi. Izotonik yakka qisqarish paytida mushakning kaltalanishi, mushakda kattaligi bo'yicha tashqi kuchlanishga teng bo'lgan etarli darajadagi kuchlanish rivojlangandagina boshlanadi. Natijada, yuklanish qancha katta bo'lsa, yakka qisqarish shunchalik kech boshlanadi. Avvaliga, kaltalanish deyarli vaqtga chiziqli bog'liq bo'ladi va yuklanish qanchalik katta bo'lsa, shunchalik erta o'zining maksimal kattaliklariga erishadi. Keyinchalik, ortib boruvchi tezlikda mushaklarning bo'shashishi boshlanadi, bu hol, xuddi kaltalanish kabi, yuk qanchalik katta bo'lsa, shunchalik erta tugaydi. Agar yukni, mushak rivojlantira oladigan to'liq izometrik kuchlanishga teng olinsa, unda hech qanday tashqi kaltalanish yuz bermaydi. Yuklanish nolga teng bo'lganda kaltalanish tezligi maksimal bo'lishi kerak. Yuklanish va kaltalanishning shakllangan tezligi o'rtasidagi nisbat 6.2-rasmda ko'rsatilgan.



Rasm 6.2. Baqa mashinachilar mushagining 0° S da izotonik yakka qisqarishlarining har xil bosqichlaridagi tezligini yuklanishga bog'liqligi: 1 - kuchlanishning rivojlanish fazasi; 2-4-bo'shashish fazalari (0,46; 0,64; 0,83 s); kuchlanish 0,6; 0,3 va 0,8 maksimaldan iborat.

Mushak qisqarishlarining kuchi va tezligi o'rtasidagi bog'liqlikni ifodalash uchun Xillning tenglamasidan foydalaniladi (A.Hill, 1938):

$$V = \epsilon (F_0 - F) \cdot (F + a)$$

yoki

$$F = (F_0 + a) \left(\frac{V}{\epsilon} + 1 \right) - a,$$

bunda, V - kaltalanish tezligi; F - kuch (yuklanish); F_0 - mushak rivojlantirishi mumkin bo'lgan maksimal izometrik kuch; ϵ - kuch kattaligiga ega konstanta. Sharti ravishda $F=0$ ga mos maksimal tezlik Xillning tenglamasida $\frac{\epsilon F_0}{a}$ ga teng. Doimiy chastota bilan keladigan impulslar seriyasi tomonidan mushak qo'zg'atilganda, ikkinchi va keyingi impulslar "kuch-vaqt" egri chizig'ining qaysi uchastkasiga to'g'ri kelishiga ham bog'liq ravishda har xil ta'sir ko'rsatadi. Masalan, 0°S da baqaning mashinachilar mushagi uchun (harakat potensialining refrakterli davri 10 ms atrofida) birinchi impulsdan 5 ms kech qoluvchi ikkinchi impuls hech qanday qo'shimcha mexanik reaksiya chaqirmaydi. Qo'zg'alish chastotasi 2 Gs ga teng bo'lganda, impulslar

bo'shashish fazasi $2/3$ qismi tugagan momentda kelib tushadi. Mushak keyingi yakka qisqarish bilan javob beradi, u, o'z navbatida, yakuniga etmasdan turib, yangi impuls tomonidan to'xtatiladi va h.k. Natijada, shunday egri chiziq yuzaga keladiki, uning har bir maksimumi yakka impulsiga mos keladi. Mos ravishdagi qo'zg'atish chastotasi tanlanganda yakka qisqarishlarning qo'shilish tendensiyasi kuchayadi. Baqaning mashinachilar mushagida 0° S da to'liq qo'shilish - tetanus - taxminan 15 Gs chastotada yuzaga keladi. Qo'shilishning samarasi, faol kuchlanish, yakka qisqarishning maksimal kuchlanishiga nisbatan 1,2-1,8 marta ortishida namoyon bo'ladi. Shuni aytish joizki, yakka impuls paytida mushakning to'liq faolligi o'zining tetanik maksimumiga erishishga ulgurmaydi, chunki ketma-ket qayishqoq elementlar tizimining to'liq cho'zilishi vaqt talab qiladi, ushbu vaqt yakka qisqarish muddatidan katta.

Bayon qilingan tatqiqotlarda, izotonik kaltalanish yoki izometrik kuchlanish, uzunligi bo'shashgan mushakning uzunligiga teng yoki undan bir muncha uzun bo'lgan mushaklarda o'lchangan

Qisqarish jarayonlarining termodinamikasi, kimyosi va mexanikasidan va ularni qo'zg'alishning tarqalishi bilan bog'liqligidan kelib chiqqan holda P.I. Usik va S.A. Rigerera (1973) modelning dastlabki shartlari ishlab chiqilgan: a) mushak, mexanokimyoviy reaksiyalar paytida ajralib chiqadigan energiyani bevosita qayta ishlashi hisobiga ish bajaradi; b) mexanokimyoviy reaksiyalar, mushakning barcha hajmi bo'yicha taqsimlangan ko'p sonli kichik, lekin yakuniy sohalarida sodir bo'ladi; v) yakuniy kimyoviy reagentlarning manbalari ham mushakning barcha hajmi bo'ylab taqsimlangan; g) mushak to'qimasi anizotrop bo'lib, qayishqoqlik va yopishqoqlik xususiyatlariga ega, bunda yopishqoqlik ko'proq miofibrillalar bilan, qayishqoqlik esa - birlashtiruvchi to'qima va boshqa tarkibiy tuzilmalar bilan belgilanadi.

6.1. Harakatlار (lokomotor) sifatlarining tavsiflari

Harakatlار sifatlarining asosiylari - kuch, tezlik, chidamlilik, qayishqoqlik va chaqqonlik. Ushbu sifatlarga A.A. Ter-Ovanesyan tomonidan quyidagilar qo'shilgan. muvozanatning mustahkamligi, mushaklarni erkin bo'shashish qobiliyati, bir maromdalik, sakrovchanlik, harakatlarning mayinligi, muvofiqlashganlik.

Mushak qisqarishlari mexanikasi. Mushak to'qimasi tinch holatda, eng oddiy xususiyatlarga ega bo'lgan yopishqoq-qayishqoq material sifatida namoyon bo'ladi. Mushakning eng qiziq xususiyati - bu, uning qisqarish qobiliyatidir. Optimal uzunlikdagi mushak rivojlantira oladigan maksimal kuch, uning ko'ndalang kesimining 1 sm^2 ga $2 \cdot 10^6 \text{ din}$ atrofida tashkil qiladi.

Agar, qarshi ta'sir ko'rsatuvchi kuch katta bo'lmasa, mushak nafaqat kuchliroq kaltalashadi, balki tezroq qisqaradi ham. Agarda, qisqarayotgan mushak t vaqt birligida l uzunlikka ega bo'lsa, uning kaltalanish tezligi: $-\frac{dl}{dt}$ ("minus" uzunlikning kamayishini bildiradi) quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$-\frac{dl}{dt} = (F_1 - F) \cdot \frac{a}{F + a},$$

bunda F - mushak engadigan kuch, F_1 - mushakning kaltalanish tezligi o'lchanadigan uzunlikdagi mushakning maksimal kuchi, d va v - konstantalar. Konstanta d mushakning 1 sm^2 ko'ndalang kesimiga $4 \cdot 10^5 \text{ din}$ atrofida teng bo'ladi, konstanta v esa, turli mushaklar uchun har xil (A.N. Hill, 1956). Shuni aytish lozimki, qisqarishga qarshilik ko'rsatuvchi kuch bo'lmaganda ham mushak chegaralangan tezlik bilan kaltalashadi:

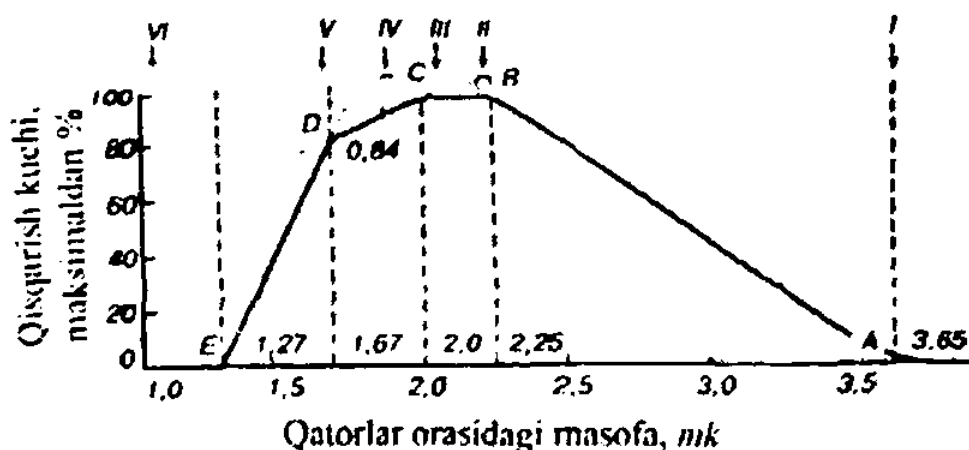
agar $F=0$ bo'lsa, unda $\frac{dl}{dt} = F_1 \frac{a}{a}$.

Agar, mushakning uchlari harakatlanmaydigan qilib qotirib qo'yilsa va uning qisqarishga majbur qilinsa, unda qisqarishning maksimal kuchi mushakning uchlari oralig'idagi masofaga bog'liq bo'ladi. Agar, masofa mushak tinch holatda bo'lgan paytdagidan kichik bo'lsa, ushbu kuch kamayadi. Agar, mushak uchlari o'rtasidagi masofa mushak tinch holatidagi uzunligidan katta bo'lsa ham qisqarish kuchi kamayadi. *Qisqarish kuchi* deganda, qo'zg'alish paytida mushak rivojlantiradigan umumiy kuch

bilan mushak normal uzunligidan yuqori darajada cho'zilishi bilan belgilanadigan qayishqoq tiklovchi kuch o'rtasidagi farq nazarda tutiladi.

Kuchning uzunlikka bog'liqligi ajratilgan ko'ndalang-targ'il mushakning tolalarida ko'rsatilgan (Edman K., 1966; Gordon A.M., et al, 1966).

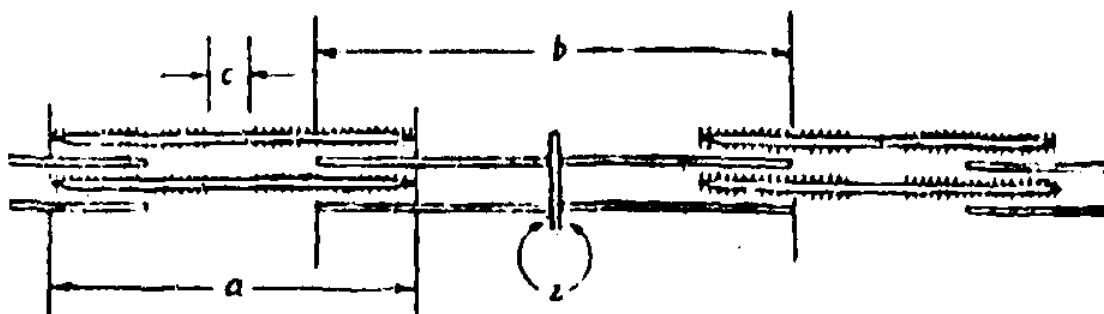
Mushak tolasining ko'ndalang chiziqlari mushak tortilganda bir-biridan uzoqlashadi va qisqarganda yaqinlashadi. Tolaning qisqarish kuchi bilan yonma-yon chiziqlar orasidagi masofa o'rtasidagi bog'liqlik grafik asosida 6.3-rasmda ko'rsatilgan. Bo'shashgan tolalarda ushbu masofalar 2,1 mk ($1 \text{ mk} = 10^{-4} \text{ sm}$) ga teng. Qisqarish kuchi 2,0 - 2,2 mk masofada o'zining maksimumiga erishadi va bu kuch 100% deb qabul qilingan. Masofa 1,3 va 3,7 mk bo'lganda ushbu kuch nolga teng bo'ladi. Buni, "sirpanuvchi tolalar nazariyasi" asosida tushuntirish mumkin.



Rasm 6.3. Ko'ndalang-targ'il mushak to'lasini qo'shni plastinkala: o'rtasidagi masofaga bog'liqligi (A.M. Gordon et al., 1966)

Ko'ndalang-targ'il mushak to'lasini, tarkibida ko'p sonli fibrillalari bo'lgan hujayralardan iborat bo'lib, ularning o'zi ham ko'ndalang chiziqlarga ega. Elektron mikrosuratga asoslangan fibrillalar tuzilishining sxemasi 6.4-rasmda ko'rsatilgan. Fibrilla - aktin va miozin oqsillaridan tuzilgan ko'ndalang iplardan iborat. Bu iplar, to'laning barcha uzunligi bo'ylab qaytariladigan va oddiy mikroskopda ko'rinadigan ko'ndalang chiziqlar asosida yotadigan tuzilmani hosil qiladi. Aktin iplari ancha ingichka bo'lib, ular *b* uchastkada yotadi (rasm 6.4. ga qarang). Ular, plastinka deb ataladigan ko'ndalang to'siqlar orqali o'tadi. Miozin iplar (rasm 6.4, a) qalinroq va yonbosh o'simtalariga ega, bu o'simtalar aktin iplariga birikib ko'priklarni hosil qiladi.

Miozin ipining har birini o'rtasida yonbosh o'simtalar bo'lmagan uchastkasi bor (rasm 6.4, c).

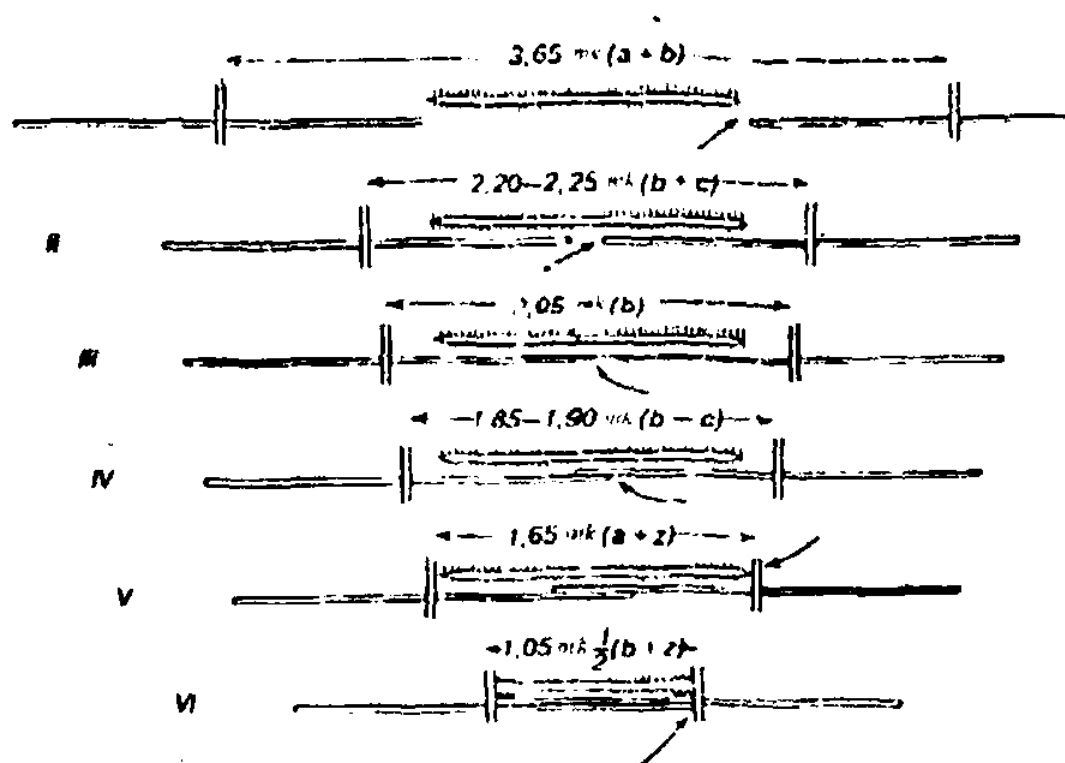


Rasm 6.4. Ko'ndalang-targ'il mushak to'lasida submikroskopik iplarning joylashish sxemasi (A.M.Gordon et al., 1966)

Mushak qisqarganda yoki cho'zilganda, aktin va miozin iplari bir-biriga nisbatan sirpanadi va ular qoplagan soha uzunroq yoki kaltaroq bo'lib qoladi.

Qo'shni Z plastinkalar oralig'idagi masofa har xil bo'lganda (ya'ni, ko'ndalang chiziqlar joylashish qalinligi turlicha bo'lganda) iplarning bo'shliqdagi nisbatini o'zgarishlari 6.5-rasmda ko'rsatilgan. Ushbu masofalar, bu erda I-VI holatlar uchun ko'rsatilgan bo'lib, ularni 6.3-rasmda ham mos ravishdagi raqamlar ostida kuzatish mumkin. Masofa 3.65 mk bo'lganda (I-holat) aktin va miozin iplari bir-birlarni qoplamaydi va shuni kutish mumkinki, tola kuchni rivojlantirishga qodir bo'lmaydi: haqiqatan ham bunday cho'zilganda qisqarish kuchi nolgacha tushadi. Z plastinkalar bir-biriga yaqinlashgan sari aktin iplari miozin iplari o'rtasidagi oraliqqa yanada chuqurroq o'tadi va oxir-oqibat, masofa $2,2 \text{ mk}$ (II-holat) bo'lganda miozin iplardagi barcha yonbosh o'simtalar aktin iplari bilan ko'ndalang ko'prikchalar hosil qilgan holda kontakt o'rnatadi. Agarda, aynan shu ko'prikchalar kuchning paydo bo'lishiga mas'ul bo'lsa, shuni kutish lozimki, holat I dan to holat II gacha bo'lgan diapazonda, kuch, iplarning bir-birini qoplash darajasiga proporsional bo'ladi (bu tatqiqotlarda isbotini topgan). Tola keyinchalik ham kaltalashganda, hosil bo'lishi mumkin bo'lgan ko'prikchalarning soni o'zgarmaydi va kuch, toki Z plastinkalar orasidagi masofa $2,05 \text{ mk}$ gacha kamaygunga qadar (III-holat) doimiy bo'lib qoladi. Ushbu momentda aktin iplari o'zlarining uchlari bilan tutashadi va kuch kamayishni boshlaydi. Kuch, toki masofa $1,65 \text{ mk}$ ga (V-holat) etguncha, miozin iplarning uchlari Z plastinkalar bilan tutashguncha sekin-asta

pasayishini davom ettiradi. Qisqarish davom ettirilsa miozin iplari ezilishi kerak: kuch yanada tezroq pasayadi va oxirida, umuman yo'q bo'ladi.



Rasm. 6.5. Qo'shni Z plastinkalar o'rtasidagi masofalar turlicha bo'lgan paytda ko'ndalang-targ'il mushak tolasidagi miozin va aktin iplarining kesishish darajasini ko'rsatuvchi sxema

6.2. Kuch. Kuchning sifatlari

Kuch deb, jismlarning o'zaro ta'sir qilishini tavsiflovchi fizik kattalikka aytiladi, u, jism harakatlanishining o'zgarishlarini belgilaydi yoki jism shaklining o'zgarishlarini belgilaydi, yoki ikkalasini ham birgalikda belgilaydi.

Mushak yoki mushak tolalari tutami tomonidan rivojlantiriladigan kuch alohida tolalar kuchining yig'indisiga mos keladi. Mushak qanchalik yo'g'on va uni ko'ndalang kesimining "fiziologik" maydoni (alohida tolalar ko'ndalang kesimi maydonlarining yig'indisi) qanchalik katta bo'lsa, u shunchalik kuchli bo'ladi. Masalan, mushak gipertrofiyasi paytida uning kuchi va tolalarining yo'g'onligi bir xil darajada ortadi.

Mushak kuchi nafaqat markaziy asab tizimining faollashtiruvchi ta'siriga bog'liq, balki mushak ishlayotgan tashqi mexanik sharoitlarga ham yuqori darajada bog'liq.

Odam organizmida skelet mushaklar, kuchni qayishiq, qisman cho'ziluvchan tuzilmalar - paylar vositachiligida skelet qismlariga uzatadi. Kuchni rivojlantirish

paytida mushak kaltalanish, demak, shu bilan birga, uni skeletga biriktiruvchi qayishqoq tuzilmalarini cho'zish va kuchlantirish an'anasiga ega. Mushak rivojlantiradigan kuchning ortishi bilan birgalikda uning uzunligi kamayadigan mushak qisqarishi *auksotonik* (izotonik) deyiladi. Auksotonik eksperimental sharoitlardagi maksimal kuch - auksotonik qisqarishning maksimumi deb ataladi. Bu kuch, mushak doimiy uzunlikka ega bo'lgan paytda, ya'ni izometrik qisqarishi paytida rivojlantiradigan kuchdan ancha kichkina. Buni eksperimental tatqiqot qilish uchun mushakni bo'shashgan holatida (tinch holatida) ikkala uchi mahkamlanadi, sababi, faollashtirish va kuchlanishni o'lchash vaqtida uni kaltalanish imkoniyati bo'lmasin. Lekin, xattoki bunday sharoitlarda ham mushak tolalarining qisqaruvchi elementlari (miozinli boshchalar) kuchni paylarga yoki yozib oluvchi qurilmaga faqatgina mushak ichki tuzilmalari orqali uzatadi. Ular, faol iplarning ko'ndalang ko'prikchalari (rasm 6.6), Z - plastinkalar va pay-mushak birlashmalari tarkibiga kiradilar.

Kuch - vektorli kattalik. Jismga ta'sir ko'rsatuvchi ikkita kuch parallelogramma qoidasi bo'yicha (vektorli) qo'shiladi.

Mushakning kuchi, u izometrik qisqarishi paytida rivojlantirish imkoniyatiga ega bo'lgan maksimal kuchlanishi bilan o'lchanadi.

Maksimal kuch, mushakni hosil qiladigan mushak tolalarining avvalam bor soniga va yo'g'onligiga bog'liq. Mushak tolalarining sonini va yo'g'onligini, odatda mushakning fiziologik ko'ndalang kesimi bo'yicha aniqlanadi. Fiziologik ko'ndalang kesimi deganda, barcha mushak tolalari orqali o'tadigan mushakning ko'ndalang kesimi maydoni (sm^2) tushuniladi. Mushakning yo'g'onligi hamma vaqt ham uning fiziologik ko'ndalang kesimi bilan bir xil bo'lmaydi. Masalan, bir xil yo'g'onlikdagi, tolalari parallel va patsimon joylashgan mushaklar o'zining fiziologik ko'ndalang kesimi bilan sezilarli darajada farq qiladi. Patsimon mushaklar katta ko'ndalang kesimga va katta qisqarish kuchiga ega. Mushak qanchalik yo'g'on bo'lsa, u shunchalik kuchli bo'ladi.

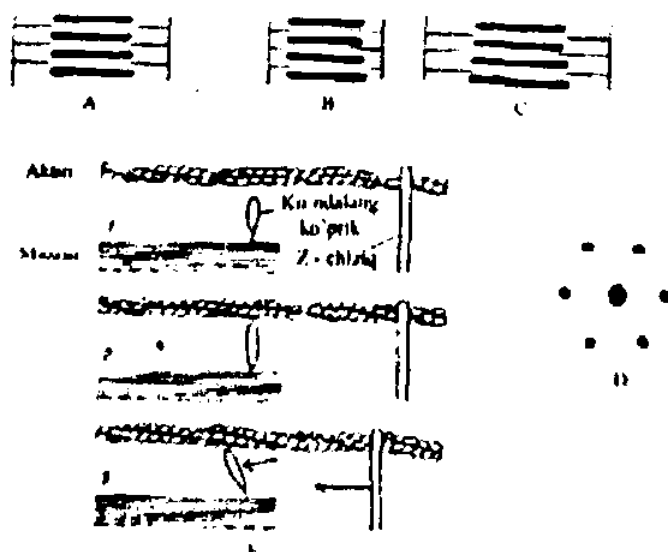
Mushak kuchini namoyon bo'lishida, uni suyaklarga biriktirilishi va mushaklar, bo'g'imlar va suyaklar hosil qiladigan mexanik richaglardagi kuch qo'yiladigan nuqtasining xarakteri muhim ahamiyatga ega. Mushakning kuchi, ko'p miqdorda uning funksional holatiga, ya'ni qo'zg'aluvchanligi, labilligi va oziqlanishiga bog'liq. Mushak

ichidagi muvofiqlik - mushakning harakat birliklari qisqarishlarining sinxronlik darajasiga bog'liq, mushaklararo muvofiqlik esa - ish bajarishda ishtirok etayotgan mushaklarning muvofiqlashganlik darajasiga bog'liq. Mushak ichidagi va mushaklararo muvofiqlik darajasi qanchalik yuqori bo'lsa, odamning maksimal kuchi shunchalik katta bo'ladi. Sport trenirovkalari ushbu muvofiqlashtiruvchi mexanizmlarni mukammallashtirishga ko'maklashadi, shuning uchun trenirovka qilgan odam katta maksimal kuchga va gavdaning 1 kg massasiga hisoblagandagi mushak kuchiga, ya'ni nisbiy kuchga ega.

Sportda, bunga bog'liq holda og'irlik toifalari mavjud (og'ir atletika, boks, kurash va b.).

Odam organizmida mushak kuchini boshqarish. Harakatlanish birligi bitta motoneyrondan va u innervatsiya qiladigan mushak tolalari guruhidan iborat (rasm 6.7). Bunday birliklarning kattaligi har xil bo'ladi. Har bir tola "bor yoki yo'q" qonuniga bo'ysinganligi tufayli, yakka qisqarish paytida harakat birligi rivojlantiradigan kuch sust variatsiya qiladi: uning barcha tolalari yo qo'zg'aladi va qisqaradi, yoki barchasi bo'shashadi. Lekin, rivojlantirilayotgan kuch rag'batlantirish chastotasiga bog'liq.

Mushakning kuchi va qisqarish tezligi yanada ko'p sonli harakat birliklarining faollashuvi (jalb qilinishi) bo'yicha ham ortadi. Bunda, ularning har birini kattaligi qanchalik kichkina bo'lsa (demak, shundan kelib chiqqan holda kuchi ham), umumiy kuchlanishni boshqarish shunchalik nozik bo'ladi.

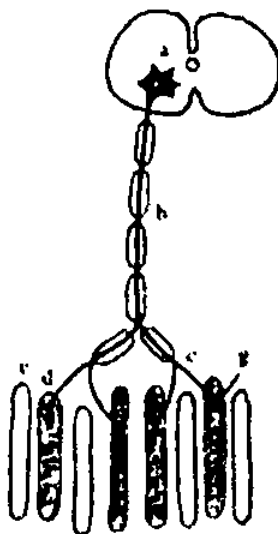


Rasm 6.6. Sarkoplazmatik retikulum va T – naychalar.

Miozin (yo'g'on) va aktin (ingichka) tolalarning tinch holati (A), qisqargan holati (B) va cho'zilgan holati (V). Mushak qisqargan paytida uning kaltalanishi aktin iplarning sirpanishi bilan bog'liq (G). Ko'ndalang miozinli ko'prikchalarni aktin iplariga biriktirilishi. Ushbu ko'prikchalar tufayli, ularning ko'pchiligi qisqarish jarayonida ishtirok etadi, faol iplar sarkomerning markaziga qarab sirpanadi, bu mushakning kaltalanishiga olib keladi (2 va 3). D - bu, A - va I - disklar orqali ko'ndalang kesimi (elektron mikroskopda), bunda, oltita ingichka aktin iplar bilan o'ralgan yo'g'on miozin ip ko'rinib turibdi.

Mushak qisqarishining tezligi va kuchi (yuklanishi) o'rtasidagi nisbat. Izotonik qisqarish paytida mushak, yuklanish qanchalik katta bo'lsa, shunchalik sekin kaltalashadi.

Yuklangan mushak, mushak tolalarining tipiga bog'liq bo'lgan maksimal tezlik bilan kaltalashadi. Masalan, baqaning mashinachilar mushagi atigi 0,2 m/s tezlik bilan qisqaradi (taxminan, 1 s da mushakning 10 uzunligi). Odam qo'llarining mushaklari ancha uzun bo'lib, 8 m/s tezlikda kaltalashadi. Mushak tez kaltalashgan paytida, sekin kaltalashgandagiga nisbatan yoki dastlabki cho'zilganidan keyin kam kuchni rivojlantiradi. Aynan shu holat bilan barchaga ma'lum fakt tushuntiriladi: agar katta kuch talab qilinmasa tez harakatlarni bajarish mumkin, ya'ni mushaklar yuklanmaganda (erkin harakatlanadi) va, aksincha, mushakning maksimal kuchi sekin harakatni talab qiladi (masalan, yirik jismlarni qo'zg'atishda yoki shtanga ko'tarishda). Katta yukni ko'tarish yoki joyidan siljitishni faqat juda sekin amalga oshirish mumkin. Bu, odamning mushak qisqarishlari tezligini erkin almashtirish qobiliyati bilan mos keladi.



Rasın 6.7. Neyromotor birlik tuzilishining sxemasi:

a - harakatlantiruvchi asab hujayrasining tanasi; b - harakatlantiruvchi asab tolasi; c - uning shohlanishi; d - asab-mushak uchi; e - ushbu asab hujayrasi tomonidan innervatsiyalanuvchi mushak tolalari; g - boshqa asab hujayralari tomonidan innervatsiyalanuvchi mushak tolalari.

Mushakning quvvati - u rivojlantiradigan kuchni kaltalanish tezligiga ko'paytirishga teng. Masalan, odam qo'li mushagining maksimal quvvati (200 Vt) qisqarish tezligi 2,5 m/s bo'lganda erishiladi. Tatqiqotlar ko'rsatadiki, yuklanish o'rtacha va qisqarish tezligi o'rtacha bo'lganda eks remal sharoitlardagiga nisbatan mushakning quvvati yuqori bo'ladi.

6.3. Kuchni rivojlantirish va uni o'lchash

Kuch - bu, odam mushagining kuchlanishlari hisobiga tashqi qarshiliklarni engishi yoki unga qarshilik ko'rsatishidir. Mushaklarning kuchi deganda, ularda u yoki bu kattalikdagi kuchlanishni (maksimal kuchlanish paytida) rivojlantirish qobiliyati tushuniladi. Mushaklarning kuchi turli asboblarda yordamida o'lchanadi (dinamometrlar va b.). A. Bek tomonidan "mushakning solishtirma kuchi" aniqlangan (jadval 6.1).

Jadval 6.1

Turli mushaklarning solishtirma kuchi

Nomi	Fiziologik kesimining 1 sm ² dagi mushak kuchi (kg)
Boldir mushagi, kambalasimon bilan birgalikda	6,24
Bo'yinni rostlovchi mushaklar	9,0
Kavsh mushaklar	10,0
Elkaning ikkiboshli mushagi	11,4
Elkaning uchboshli mushagi	16,8

Vazni va jinsi har xil bo'lgan odamlar kuchini taqqoslash uchun "nisbiy kuch" tushunchasi (maksimal kuchni og'irlikka nisbati) kiritilgan. Mushak kuchi ko'pchilik omillarga bog'liq. Teng sharoitlarda, u, mushakning ko'ndalang kesimiga proporsional bo'ladi (Vever tamoyili). Uning, mumkin bo'lgan maksimal qisqarishi (kaltalanishi)

boshqa teng sharoitlarda mushak tolalarining uzunligiga proporsionaldir (Bernulli tamoyili).

Sportchilar, sport turiga bog'liq ravishda, o'zlarining shunday mushaklar guruhini rivojlantirishga ahamiyat beradilarki, mashqlarning samarali bajarilishi shu guruh mushaklariga bog'liqdir.

Masalan, og'ir atletikachi sportchilarda bukuvchi mushaklar kuchining rivojlanish darajasi yuqori bo'ladi. Malakali og'ir atletikachilarda rostlovchi mushaklari kuchining bukuvchi mushaklar kuchiga nisbati quyidagi kattaliklarda ifodalanadi: elka (tirsak bo'g'imi) uchun - 1,6: 1, tana (tos-son va bel bo'g'imlari) uchun - 4,3: 1, boldir (boldir-oshiq bo'g'imi) uchun - 5,4: 1, son (tizzaga bo'g'imi) uchun - 4,3: 1. atletlar rivojlanishining topografiyasi va uyg'unligining o'ziga xosligi aynan shunda mujassamlangan.

Og'ir atletikada mushakning kuchi, sportchi shtangani ko'targandagi kabi holatida o'lchanadi.

Atletlar eng ko'p kuchlanishni shtangani erdan uzish fazasida sarflashadi, bunda tizza bo'g'imlarining burchaklari 130-140°ni, tos-son bo'g'imlariniki - 60-70° atrofida va shtanganing grifi sonning o'rtasiga yaqin joylashgan bo'ladi. Sportchilar bunday holatda 500 kg gacha va undan ortiq kuchlanishni rivojlantirishi mumkin (A.N. Vorobev, 1988).

Sport fiziologiyasida va pedagogikada "portlovchi kuch" atamasi keng tarqalgan bo'lib, u, mushak kuchlanishining eng yuqori darajada tez rivojlanishini tasviflaydi.

Mushaklarning portlovchi kuchi quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$I = \frac{F_{max}}{t},$$

bunda, I - tezlik kuchi indeksi; F_{max} - mazkur harakatda mushak kuchining maksimal qiymati; t - mushakning maksimal kuchga erishish vaqti.

Portlovchi kuchning bilvosita ko'rsatkichi bo'lib, bir joyda turib, ikkala oyoqlar yordamida deysinib sakrash paytidagi, sakrash balandligi va uzunligi xizmat qilishi mumkin.

6.4. Mushak kuchini rivojlantirish (trenirovka) metodikasi

Uzoq davom etgan jadal mushak ishidan keyin mushakning kuchi pasayadi, unga, bajarilayotgan ishning xarakteri, mushaklarning trenirovka darajasi ta'sir ko'rsatadi.

Mushaklar kuchining rivojlanishi, mushak ishlarining turli rejimlarini qo'llash orqali trenirovka qilish paytida erishiladi.

O'tgan asrning 50-yillariga qadar, trenirovkalar metodikasida mushaklar kuchini rivojlantirish uchun mashg'ulotlarning chastotasi, dam olish intervallari, shtanga bilan bajariladigan mashqlarning soni va ularning ketma-ketligi ko'rib chiqilgan.

Trenirovkalarning zamonaviy metodikasi mushak ishining engadigan rejimi bilan bir qatorda, ushlab qoluvchi, o'rmini bo'shatuvchi, hamda aralash rejimlarni ko'rib chiqadi.

Miometrik usul (harakat faoliyatining engadigan rejimdagi ishi) mushaklarni miometrik rejimda ishlashini, ya'ni ularni kaltalanish rejimida kuchlanishini ko'rsatadi.

Izometrik usul kuchni rivojlantirish uchun keng tarqalgan. Mushak kuchini va uning massasini kattalashtirish uchun T. Kettingel (1966) kuchlanish kattaligining maksimumdan 40-50 % ga teng qismini optimal hisoblaydi. Maksimumdan 20-30 % ga teng kuchlanish paytida mushaklarning kuchi o'zgarmaydi.

Sport amaliyotida maksimumdan 55-100 % kuchlanish 5-10 s davomida qo'llaniladi. Kuchlanishning ortishi bilan gavda holatini ushlab turish vaqti kamayadi.

Shtanga ko'taruvchi sportchining individual xususiyatlarini ham hisobga olish kerak, aynan: mashq qilinishi zarur bo'lgan mushak kuchlanadigan vaqtni, urinishlar sonini; trenirovkada kuchlanish kattaligini; kuchni rivojlantirish uchun hafta davomidagi trenirovkalarning sonini.

Sportda, kuchni rivojlantirish uchun, ko'pincha, bir nechta rejimlar birikmasi usuli qo'llaniladi. Olingan ma'lumotlar shuni ko'rsatadiki, mushak faoliyatini trenirovka qilishda o'rmini bo'shatuvchi, ushlab qoluvchi (izometrik) va engadigan rejimlarni birgalikda qo'llash yuqori samara beradi. Trenirovkalar foiz miqdorida quyidagicha ko'rinishga ega: engadigan ish - 75%, o'rmini bo'shatuvchi - 15% va ushlab qoluvchi - 10 % (A.N. Vorobev, 1988). Trenirovkalarni tuzish quyidagicha: 1) mushak ishlarining

o'rmini bo'shatuvchi rejimdagi mashqlari, engadigan rejimdagi analogik mashqlardagi maksimal natijalardan 80-120 % og'irlik bilan qo'llanilishi kerak; 2) mashqlar maksimumidan 80-100 % og'irlik bilan ishlash paytida 6-8 s dan 1-2 marta bajarish kerak, 100-120% og'irlikda esa, 1 marta urinish kerak, snaryadni tushirish muddati - 4-6 s; 3) urinishlar orasidagi dam olish intervallari 3-4 min bo'lishi kerak.

O'rmini bo'shatuvchi va ushlab turuvchi rejimlardagi mashqlarni trenirovkaning oxirida bajarish maqsadga muvofiqdir.

Mushaklar kuchini rivojlantirish uchun statiko-dinamik usul ham qo'llaniladi. Sportchi shtangani tizzasiga ko'tarib, uni ushbu holatda 5-6 soniya ushlab turadi, keyin tortishni davom ettiradi; tizzaga o'tirish ham xuddi shunday bajariladi.

Tizzaga o'tirishning barcha turlari o'rmini bo'shatuvchi ish bilan bog'liq. Og'ir atletikachilar tizzaga o'tirish mashqlariga barcha trenirovka yuklamasining 10-25 % ni ajratadilar. Odatda, yuqori malakali og'ir atletikachilar o'rmini bo'shatuvchi ishni, engadigan ish paytidagi eng yaxshi natijadan 110-120 % og'irlik bilan bajaradilar, lekin 7-10 kun ichida 1 martadan ko'p emas.

Bayon qilingan usullardan tashqari kuchni rivojlantirishning noan'anaviy usullari ham mavjud. A.N. Vorobev tomonidan mushaklarni cho'zishning majburlash usuli ishlab chiqilgan. Mushaklar kuchlanishini boshqarishda quyidagi qoidaga rioya qilish kerak: cho'zish qanchalik jadal bo'lsa, ta'sir qilish vaqti shunchalik kam bo'lishi kerak. Juda kuchli cho'zish paytida 30 s etarli bo'ladi. Trenirovkalar tizimida, har bir atlet mushaklarni majburiy cho'zish bilan bog'liq mashqlarni qo'llashi kerak, ular, biron-bir mashqni bajarish uchun urinishlar seriyasidan keyin maqsadga muvofiqdir. "Ishchi" mushaklarni majburiy cho'zish mashqlarini trenirovkaga muntazam kiritish, mushak kuchini katta miqdorda ortishiga olib keladi.

Shunday qilib, mushaklarni majburiy cho'zish, ish qobiliyatini oshirishning samarali usullaridan biri bo'lib xizmat qilishi mumkin.

Mushak kuchini "yuklamasiz" rivojlantirish usuli A.N. Anoxin (1909) tomonidan ishlab chiqilgan. Bu usul, mushak-antagonistlarni tashqi yuklamasiz "irodali" muvofiqlashgan kuchlanishidan iborat. O'n beshta oddiy mashqlar tavsiya qilingan bo'lib, bunda mushak kuchlari "irodali" kuchlanish bilan rivojlantiriladi.

Mushak kuchini "yuklamasiz" usulda rivojlantirishni ertalabki badan tarbiya mashqlarini bajarishda qo'llash mumkin.

Mushaklar kuchini namoyon bo'lishiga turli omillarning ta'siri. Mushakning qisqarish kuchi ko'pchilik sabablarga bog'liq, xususan: mushaklarning anatomik tuzilishiga (patsimon, duksimon va parallel ko'ndalang tolali mushaklar); markaziy asab tizimining qo'zg'aluvchanligiga; gumoral mexanizmlarga; to'qimalarning oksigenatsiyasiga va h.k.

Maksimal jadallikdagi dinamik ish paytida organizm atigi 10 % kislorod bilan ta'minlanadi.

Mushak ishi gormonal foni ancha sezilarli darajada o'zgartiradi. O'rtacha va og'ir trenirovkadan keyin, qonda noradrenalinning miqdori ikki marta ortishi mumkin, o'sish gormonining miqdori ancha ortadi. Kartizolning miqdori faqat og'ir trenirovkalardan keyin ortadi, insulinning miqdori esa kamayadi.

Ish qobiliyatiga glyukokortikoidlar va androgenlar ancha sezilarli ta'sir qiladi.

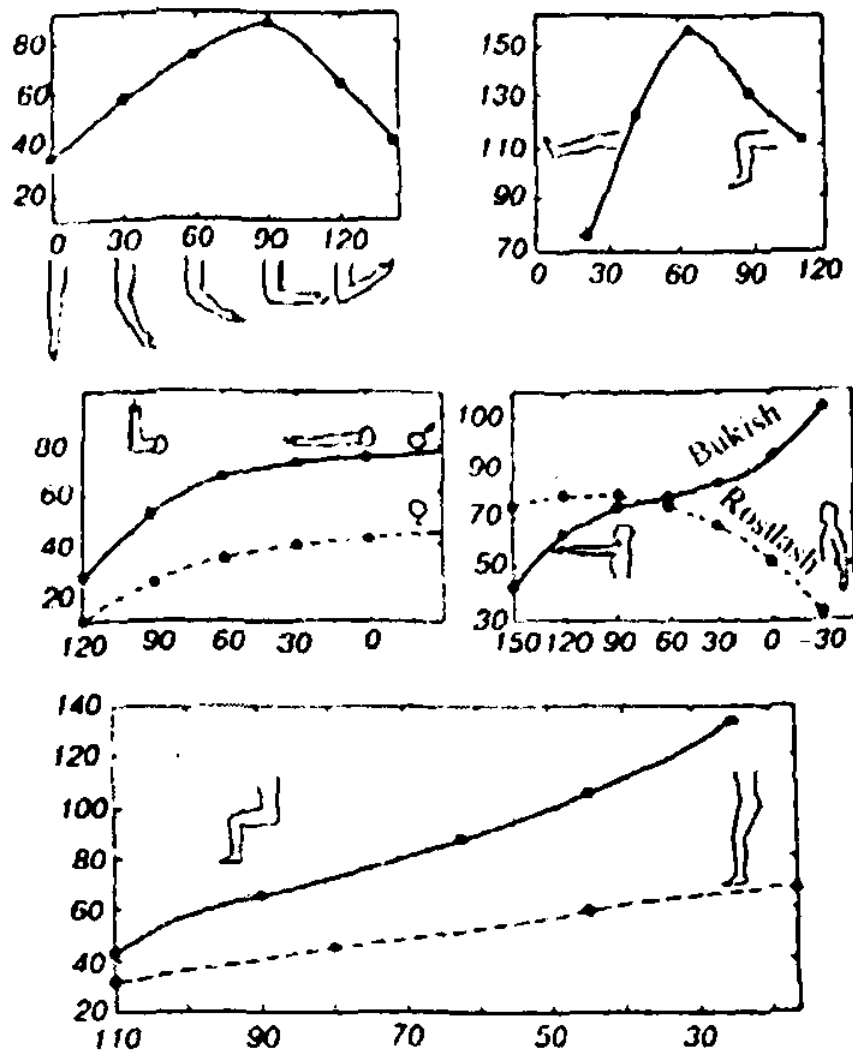
Mushak kuchi va uning massasini o'zaro aloqasi. Ma'lumki, mushak massasi qanchalik katta bo'lsa, kuch shunchalik katta bo'ladi. Ushbu bog'liqlikni formula yordamida ifodalash mumkin: $F = a \cdot P \cdot 2/3$, bunda: F - kuch; a - atletning jismoniy tayyorgarligini tavsiflovchi ma'lum bir doimiy kattalik; P - atletning og'irligi.

Etakchi og'ir atletikachilarda, mushaklar massasi, gavdasining 55-57 % ni tashkil qiladi (A.N. Vorobev, E.I. Vorobeva, 1975-1979).

Kuch mashqlarini bajarish paytida gavda holatining ahamiyati. Odam ko'rsatishi mumkin bo'lgan kuch uning gavdasi holatiga bog'liq. Har bir harakat uchun gavdaning shunday holatlari mavjudki, ularda kuchning eng katta va eng kichkina kuchlari namoyon bo'ladi (rasm 6.8). Masalan, tirsak bo'g'imida bukilish sodir bo'lishi vaqtida, kuchning maksimal darajasi 90° burchakda erishiladi; tirsak va tizza bo'g'imlarida rostlanish paytida optimal burchak 120° atrofida; gavda kuchini o'lchash paytida, maksimal ko'rsatkichlar burchak 155° bo'lganda namoyon bo'ladi va h.k.

Savol yuzaga keladi: kuch mashqlarini bajarish paytida gavdaning qanday holatlarini tanlash zarur? Faol mushaklarning shaxsiy kuchi maksimal bo'lgan holat, ya'ni mushaklarning cho'zilgan holatdagi kuchlanishi ko'proq ishlatiladi. Proprioseptiv

impulslar oqimini kuchaytirish oqibatida, gavdaning bunday holati, reflektor rag'batning ortishini chaqiradi va shu tufayli mashqlarning ta'sirini kuchaytiradi.



Rasm. 6.8. Kuch ko'rsatkichlarini bo'g'implarning burchaklariga bog'liqligi (Uilyams va Shtusman bo'yicha, 1959)

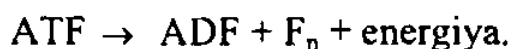
Uzluksiz chiziq - erkaklar ma'lumotlari; Punktir chiziq - ayollar ma'lumotlari.
Gorizontal bo'yicha - bo'g'im burchagi, vertikal bo'yicha - kuch (funt)

Mushak energetikasi. Mushak qisqarishining energiyasi. Mushakning faollashuv vaqtida Ca ning hujayra ichidagi konsentratsiyasini ortishi qisqarishga va ATF ni kuchli parchalanishiga olib keladi, bunda, mushak metabolizmining jadalligi 100-1000 marta ortadi. Termodinamikaning birinchi qonuniga (energiyani saqlanishi qonuni) binoan, mushakda ajraladigan kimyoviy energiya - mexanik energiya (mushak ishi) va issiqlik hosil qilishning yig'indisiga teng bo'lishi kerak.

Xattoki izometrik qisqarish ham ko'ndalang ko'priklarning uzluksiz siklik faolligi bilan birga o'tadi va bu paytda, ATFning parchalanishi va issiqlik hosil qilish

bilan bog'liq "ichki" ish ancha sezilarli bo'ladi. Rostlangan holda to'g'ri turish kabi "passiv faoliyat" ham charchatishi bejiz emas. Mushak yuk ko'tarib "tashqi" ishni bajarayotgan paytda qo'shimcha miqdorda ATF parchalanadi. Bunda, metabolizm jadalligining kuchayishi bajarilayotgan ishga proporsional bo'ladi (Fenn samarasi).

Odatda, mushak qisqarishi uchun energiyaning birlamchi manbai bo'lib, glikogen yoki yog' kislotalari xizmat qiladi. Ushbu substratlarning parchalanishi paytida ATF ishlab chiqariladi, uning gidrolizi qisqarishning o'zi uchun bevosita energiyani etkazib beradi:



Mushaklar qisqarishi oqibatida, kimyoviy energiyaning sezilarli qismini (1/4-1/3) mexanik ishga aylantiradi va bunda, issiqlik ajraladi: bu - organizmda issiqlik ajralishining asosiy manbalaridan biridir.

Bir *mol* ATF ning gidrolizi taxminan 48 *kJ* energiya beradi. Lekin, uning faqat 40-50 % ishning mexanik energiyasiga aylanadi, qolgan 50-60 % ishga tushish (boshlang'ich issiqlik) va mushakning qisqarishi paytida issiqlik ko'rinishida yoyilib ketadi, mushakning harorati bu vaqtda birmuncha ortadi. Shunday qilib, miofibrillalarda ATF elementar qayta o'zgarishining foydali ish koeffitsienti taxminan 40-50 % ni tashkil qiladi. Lekin, tabiiy sharoitlarda mushaklarning mexanik foydali ish koeffitsienti, odatda ancha past - 20-30 % atrofida, chunki qisqarish vaqtida va undan keyin, energiya sarflanishini talab qiladigan jarayonlar miofibrillalardan tashqarida ham o'tadi. Ushbu jarayonlar, masalan, ionli nasoslarning ishi va ATF ning oksidlanishli regeneratsiyasi ancha sezilarli darajada issiqlik hosil bo'lishi bilan birga o'tadi (tiklanish issiqligi). Bajarilgan ish qanchalik katta bo'lsa, issiqlik shunchalik ko'p ajraladi va energoresurslar (uglevodlar, yog'lar) hamda kislorod shunchalik ko'p sarflanadi.

Bunday qonuniyat toqqa chiqish paytidagi charchashni, ter ajralishini va nafas tiqilishini tushuntiradi.

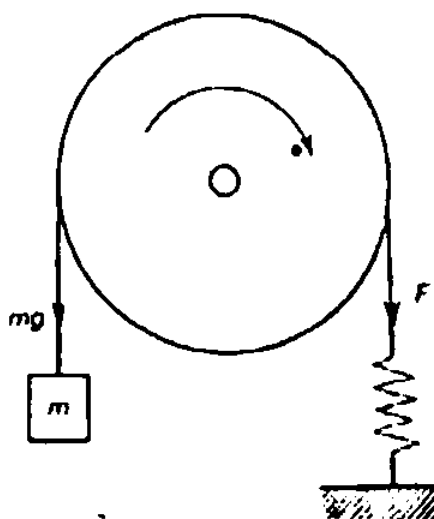
Mushaklar odamning harakatlarini, nafas yo'llari bo'ylab havoning harakatlanishini, qonning harakatlanishini va hayot uchun muhim bo'lgan boshqa ko'pchilik jarayonlarni ta'minlaydigan mexanik ishni bajarish qobiliyatiga ega.

Mushakning foydali ish koeffitsienti (FIK). Mushak ish bajarayotganda, unda metabolism jarayonida to'plangan kimyoviy energiya ajraladi: bu energiya mexanik ishga aylanadi, qisman issiqlik ko'rinishida yo'qotiladi.

Veloergometrda mashq bajarayotgan sportchida kimyoviy energiyani mexanik ishga aylanishining FIK ni S. Diskinson (1929) o'lchagan. G'ildirakning ustidan matodan qilingan tasma o'tkazilgan bo'lib, u tormoz sifatida ta'sir qiladi. Ushbu tasmaning bir uchiga yuk osilgan, ikkinchi uchi esa prujinali toroziga biriktirilgan (rasm 6.9). Agar yukning massasi - m bo'lsa, unda u tasmani mg kuch bilan tortadi. Tasmaning boshqa uchiga kamroq bo'lgan F kuch ta'sir qiladi va u, prujinali torozi bilan o'lchanadi. Shunday qilib, g'ildirakning gardishiga bosayotgan tormozning ishqalanish kuchi mgF ga teng. Agar, g'ildirak r radiusga ega bo'lib, ma'lum vaqt birligida n aylanishni sodir qilsa, uning gardishini tezligi $2\pi n$ ni tashkil etadi. Ishqalanish kuchini enggan holda g'ildirakni bunday tezlik bilan aylantirish uchun zarur bo'lgan kuchlanish $2\pi r n \cdot (mg - F)$ ga teng va uni hisoblab topish mumkin. Bayon qilingan ish mazmunsiz ko'ringani bilan, ushbu kuchlanish "foydali ish" o'lchami bo'lib xizmat qilishi mumkin, ushbu tushuncha FIK ta'rifiga qanday mazmunda kirishiga bog'liq ravishda, albatta.

Veloergometr yordamida oyoqlar mushaklarining FIK ni hamda ular rivojlantirishi mumkin bo'lgan maksimal kuchlanishni o'lchash mumkin.

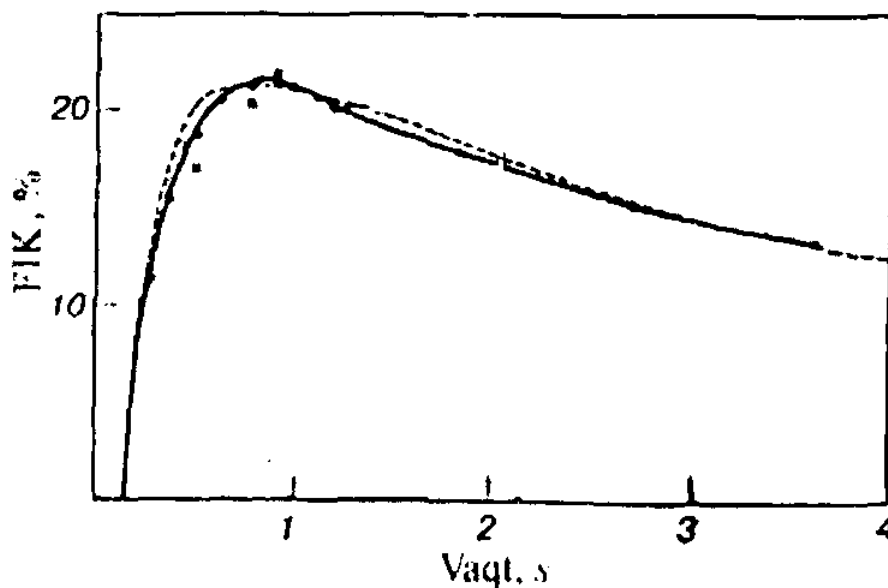
Oyoq mushaklarining quvvati 1 kg mushak tolasiga 40 *W* gacha etishini D.A. Perry (1949) ko'rsatgan. Bunday darajada u, faqat qisqa muddat qolishi mumkin, chunki mushaklar bunga yarasha tezlikda kislorod bilan ta'minlanmaydi.



Rasm 6.9. Veloergometning ishlash prinsipi

Vaqt birligida kimyoviy energiyaning sarflanishini bilvosita yo'l bilan, ya'ni tekshiriluvchi nafasi bilan chiqarayotgan havoni yig'ish va uni tatqiq qilish orqali o'lchash mumkin. Nafas olish jarayonida ishlatilgan har bir *ml* O₂ ga, 5 *kal* atrofida kimyoviy energiya ajraladi. Ushbu kattalikni yanada aniqroq o'lchash mumkin (agarda ovqatdagi yog'lar va uglevodlarning nisbiy miqdori ma'lum bo'lsa). Kimyoviy energiyaning ajralish tezligini esa aniq hisoblash mumkin, agarda nafas bilan chiqarayotgan havoda nafaqat kislorodning, balki is gazining miqdori ham o'lchansa.

Tirch holatda va veloergometrda ishlash vaqtida kimyoviy energiyaning ishlatilishini S. Diskinson o'lchagan. Ushbu kattaliklar orasidagi farq, har bir holatda, g'ildirakni aylantirish uchun zarur bo'lgan mexanik quvvatni yaratishga ma'lum vaqt birligida qancha miqdorda kimyoviy energiya sarflanganligini ko'rsatgan. S. Diskinson shuni aniqlaganki, FIK pedallarni aylantirish tezligiga bog'liq ravishda o'zgarib turadi (rasm 6.10) va pedallar har 0,9 s da bosilganda (ya'ni, pedallar 1,8 s da bir marta aylanganda) - maksimal kattalikka - 22 % ga erishadi.



Rasm 6.10. Pedallar yarim aylana bosilganda veloergometrni harakatga keltirayotgan odamda kimyoviy energiyaning mexanik ishga aylanishi (S. Diskinson, 1929). Punktirli chiziq - nazariy egri chiziq (matnda aytilmagan)

Jismoniy ish qobiliyati. Mushak, qisqarishi va kuchlanishi oqibatida mexanik ish bajaradi, ushbu ish oddiy holatda (variantda) quyidagi formula $A=PH$ bilan aniqlanishi

mumkin, bunda A - mexanik ish (kgm), R - yukning og'irligi (kg), H - yukni ko'tarish balandligi (m).

Shunday qilib, mushak ishi barcha ko'tarilgan yukning og'irligini mushakning kaltalanishi kattaligiga ko'paytirish orqali o'lchanadi. Formuladan o'rtacha yuklamalar qoidasini chiqarish mumkin, bunga ko'ra, maksimal ish o'rtacha yuklamalar paytida bajarilishi mumkin. Darhaqiqat, agar $P=0$ bo'lsa, ya'ni mushak yuklamosiz qisqarsa, unda A ham nolga ($A=0$) teng bo'ladi. Agar, $H=0$ bo'lsa, buni mushak o'ta og'ir yukni ko'tara olmaganda kuzatish mumkin, unda ish ham nolga teng bo'ladi.

Odamning harakatlari juda xilma xildir. Ushbu harakatlar jarayonida, mushaklar qisqarishi oqibatida ish bajaradi va bu ish, mushaklarning kaltalanishi va izometrik kuchlanishi bilan birgalikda o'tadi. Ushbu aloqadorlikda mushaklarning dinamik va statik ishi farqlanadi. Dinamik ish mushak ishining shunday jarayoni bilan bog'liqki, unda mushakning qisqarishi doimo uni kaltalanishi bilan birga o'tadi. Statik ish - mushaklar kaltalashmagan holda, ularning kuchlanishi bilan bog'liq. Odatdagi sharoitlarda, odamning mushaklari hech qachon dinamik yoki statik ishni qat'iy izolyatsiyalangan holda bajarmaydi. Mushaklarning ishi doimo aralash hisoblanadi. Shunga qaramasdan, lokomotsiyalarda mushak ishining yo dinamik yoki statik xarakteri ustun kelishi mumkin. Shuning uchun, mushaklar ishini umuman tavsiflaganda, uning statik yoki dinamik xarakteri to'g'risida gap yuritiladi. Yugurish, suzish, o'yinlar dinamik ish hisoblanadi, shtanga, toshlar va gantellarni ko'tarib ushlab turish esa - statik ish hisoblanadi.

Qisqarayotgan mushak bajarayotgan mexanik ishning kattaligi - mushak ko'tarayotgan yukning og'irligini uni ko'tarish balandligiga ko'paytirish sifatida - kilogrammometr (kg/m) da ifodalanadi. Mushak ko'rsatadigan kuch, uning tarkibidagi mushak tolalarining soniga bog'liq.

Mushak qorinchasining uzunligi yukni ko'tarish balandligini belgilaydi: o'rtacha, mushaklar to'liq qisqargan paytda, taxminan o'z uzunligining yarmiga kaltalashadi (payning uzunligi o'zgarmaydi, albatta, u, faqatgina harakatni ma'lum bir punktga uzatadi).

Ko'ndalang kesimi 1 sm^2 bo'lgan mushak ushlab turishi mumkin bo'lgan eng katta yuk o'rtacha 10 kg ga teng ekanligi topilgan bo'lib, bu, *absolyut mushak kuchi* sifatida nomlanadi. Buni bila turib, u yoki bu mushakning kuchini aniqlash qiyin emas.

Masalan, aytaylik, biron bir mushakning ko'ndalang kesimi 5 sm^2 bo'lsin. Shundan kelib chiqqan holda, u, $10 \cdot 5 = 50 \text{ kg}$ kuch bilan qisqaradi. Agar, qisqarish paytida uning uzunligini kamayishi 5 sm ($0,05 \text{ m}$) ga etsa, unda ushbu mushakning mexanik ishi kattaligi $50 \cdot 0,05 = 2,5 \text{ kg/m}$ ga teng bo'ladi. Bu shuni ko'rsatadiki, mushak $2,5 \text{ kg}$ yukni 1 m balandlikka ko'tarish bilan baravar bo'lgan ishni bajarish qobiliyatiga ega.

Albatta, bunday yo'l bilan hisoblab topilgan kattalik ko'proq yoki kamroq darajada haqiqatga yaqin keladi, chunki hamma odamlarda ham va bitta sub'ektning hamma mushaklarida ham mushak kuchi bir xil emas.

Chaqqonlikni rivojlantirish. Chaqqonlik deganda, minimal vaqt birligida bajariladigan harakat amallari tushuniladi.

Chaqqonlik - mushak qisqarishlarining tezligiga, mushak tolasida kimyoviy energiyani mobilizatsiya qilinish kuchiga va uni qisqarishning mexanik energiyasiga aylanishiga bog'liq.

Chaqqonlikni rivojlantirishda eng katta samaraga 8 yoshdan to 15-16 yosngacha erishish mumkin.

Chaqqonlik - tezkor mashqlarni qayta-qayta bajarishda rivojlanadi. Qisqartirilgan intervallarda dam olish bilan ishlarni tezkor bajarish tezlikka chidamlilikni rivojlantiradi.

Tezkor va kuchli yuklamalar paytida mushaklarda sodir bo'ladigan biokimyoviy jarayonlar bir-biriga juda o'xshash, shu tufayli, chaqqonlikni rivojlantirish kuchni rivojlantirishga ijobiy ta'sir ko'rsatadi.

Chaqqonlik - maksimal tez tempda bajariladigan mashqlar yordamida rivojlanadi. Bunday mashqlar sifatida quyidagilarni ko'rsatish mumkin:

- 1) qisqa masofalarga ($20-30-50 \text{ m}$) yugurish;
- 2) uzunlikka, balandlikka sakrash, joyidan turib sakrash, tekis joyda va tepalikka birdan sakrashlar, gimnastik otning ustiga sakrash;
- 3) uloqtirish;

4) shtanganing toshi, grifi bilan yoki engil og'irlikdagi shtanga bilan tez bajariladigan mashqlar;

5) qo'lda gantellarni ushlab 5-10 s davomida "boks" harakatlarini bajarish.

Tez-tez trenirovka qilish, tezlik sifatlarini to'liq tiklagan holda yuklarni qaytarib turish zarur.

Epchillikni rivojlantirish. Epchillik - bu, yangi harakatlarni tez o'rganish va keskin o'zgaruvchan sharoit talablariga mos ravishda harakatlar faoliyatini tezkor qayta qurish qobiliyati. Epchillik mezonlari bo'lib, harakatlarni muvofiqlashtirish va aniqligi xizmat qiladi.

Epchillikni rivojlantirish uchun sport o'yinlaridan, akrobatika va sport gimnastikasi elementlaridan, kurashdan va h.k. foydalaniladi.

Epchillikni rivojlantirish yoshga, jinsga, gavda tuzilishiga va h.k. bog'liq.

Chidamlilikni rivojlantirish. Chidamlilik - bu, odamni uzoq muddat davomida ish qobiliyatini pasaytirmagan holda ish bajarish qobiliyatidir.

Ishni davom ettirishni chegaralaydigan asosiy omil - charchash hisoblanadi. Charchashni erta boshlanishi chidamlilikni etarli darajada rivojlanmaganligi to'g'risida dalolat beradi. Charchashni ancha kech yuzaga kelishi - chidamlilikning rivojlanish darajasini yuqoriligi oqibatidir. Sportchilarning chidamlilik darajasi fiziologik ko'rsatkichlari (kardiorespirator tizimi, biokimyoviy ko'rsatkichlari va h.k.) bo'yicha aniqlanadi.

Chidamlilikni - charchashni engish qobiliyati sifatida belgilash mumkin, buni, chidamlilik rivojlanishini belgilovchi asosiy omil deb hisoblash mumkin. Faqatgina charchashgacha (boshqa iloji bo'lmagunga qadar) bajariladigan ish va boshlanayotgan charchashni engish organizmning chidamliligini oshishiga ko'maklashadi.

Bajarilayotgan ish o'rtacha tempda amalga oshirilganda chidamlilik yaxshiroq rivojlanadi.

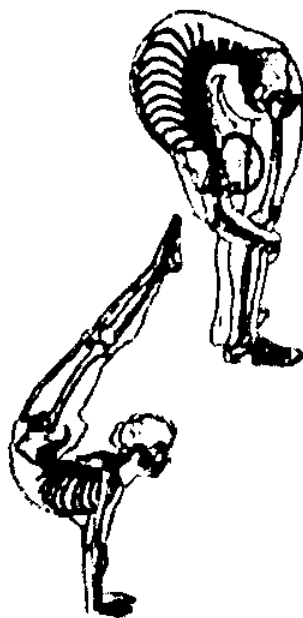
Umumiy va maxsus chidamlilik farqlanadi Umumiy chidamlilik har tomonlama jismoniy tayyorgarlik orqali erishiladi, lekin trenirovkalar (past-baland joylarda yugurish, chang'ida yurish, akademik eshkak eshish va h.k.), albatta bajarilishi kerak.

Chidamlilik, u yoki bu sport turida o'ziga xos xususiyatlarga ega. Masalan stayer engil atletikachilar (yoki chang'ida yuguruvchilar) uzoq masofalarga yugurishda ancha katta chidamlilikka egadirlar; shu vaqtning o'zida, engil atletikachilar og'irliklarni ko'tarishda og'ir atletikachilarga nisbatan chidamliligi past. Stayer engil atletikachilarda mushak faoliyati aerob rejimda sodir bo'ladi, og'ir atletikachilarda esa - anaerob sharoitlarga yaqin rejimda sodir bo'ladi. Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, chidamlilikka yo'naltirilgan ish (masalan, uzoq masofalarga yugurish, kross va b.) kuchni rivojlantirishga salbiy ta'sir ko'rsatadi va, aksincha, kuchga qaratilgan trenirovkalar (shtanga, toshlar ko'tarish va b.) stayer yuguruvchilarda chidamlilikni rivojlanishiga salbiy ta'sir ko'rsatadi.

Har xil sport turlarida maxsus chidamlilik turli usullar bilan ishlab chiqiladi. Masalan, og'ir atletikachining maxsus chidamliligi trenirovka paytida shtanga ko'tarishlari sonini oshirish hisobiga rivojlantiriladi.

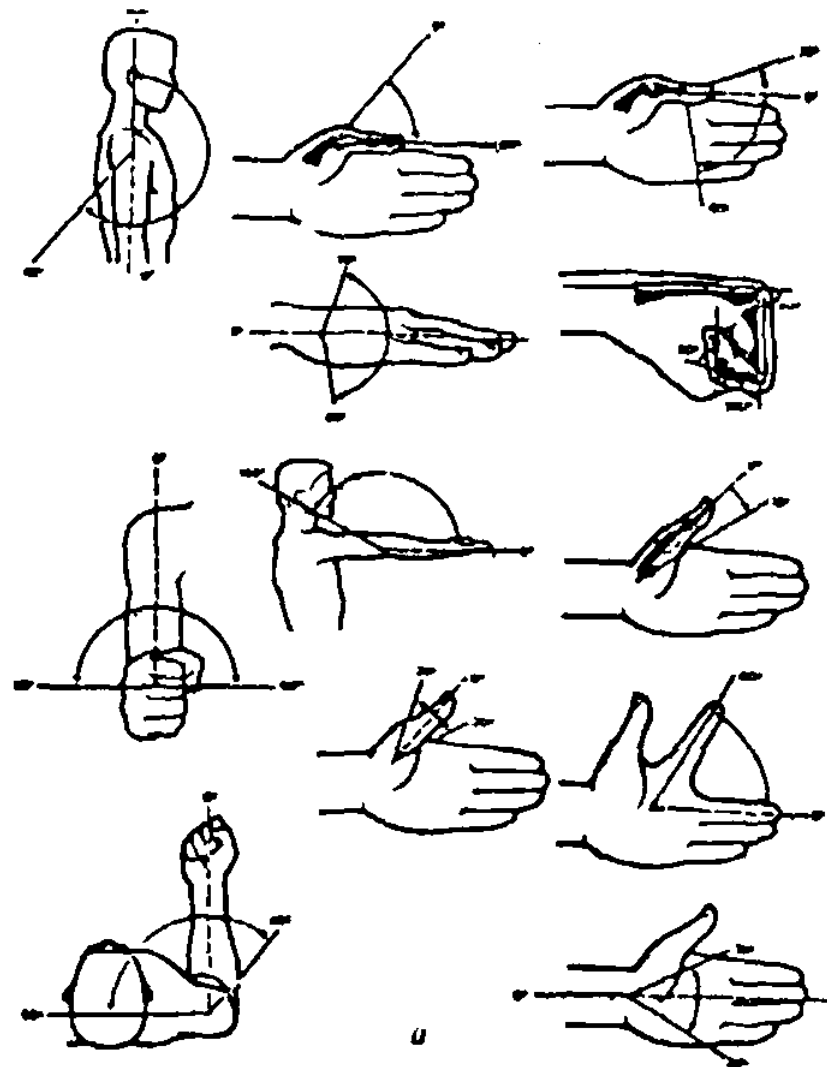
Muntazam trenirovkalar ta'siri ostida chidamlilik kuchga nisbatan va, ayniqsa chaqqonlikka nisbatan katta miqdorda ortadi.

Egiluvchanlikni rivojlantirish - bo'g'imlardagi egiluvchanlik, yoki harakatchanlik - ko'pchilik sport turlarida jismoniy tayyorgarlikning muhim komponenti hisoblanadi, ayniqsa sport gimnastikasida, akrobatikada. Egiluvchanlikni, odamning katta yoki kichik kattaligidagi amplitudalar chegarasida harakatlarni bajarish qobiliyati sifatida belgilashadi (rasm 6.11).



Rasm 6.11. Bo'g'imlardagi egiluvchanlik, harakatchanlik

Bo'g'implarning yomon harakatlanishi, ko'p holatlarda, mushaklarning kuchli, tez qisqarishini qiyinlashtiradi. Agar, katta amplitudada harakatlanish imkoniyati bo'lsa, demak antogonist-mushaklar oson cho'ziladi va kuchli agonistlarga kamroq qarshilik ko'rsatadilar, agonistlarning qisqarishi mashqlarni bajarishni ta'minlaydi. Boshqa jismoniy sifatlar kabi, egiluvchanlikni rivojlantirish sport turi, yoshi, jinsi va gavdaning tuzilishi talablaridan kelib chiqqan holda o'zining xususiyatlariga ega.

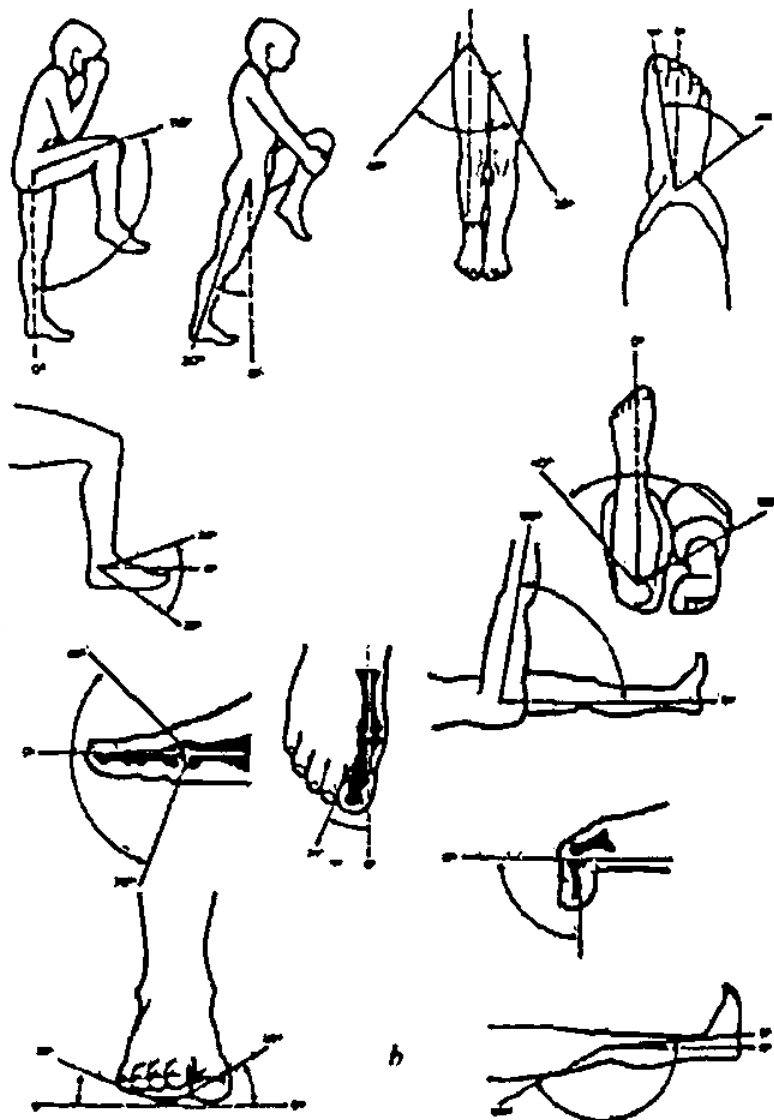


Rasm 6.12 a. Bo'g'implardagi harakatlar amplitudasi: a - qo'llarniki

Turli bo'g'implardagi harakatlarning amplitudalari 6.12 a, b -rasmlarda ko'rsatilgan.

Sportning har bir turida, sportchi egiluvchanlikni rivojlantirishi uchun maxsus mashqlar majmuasini muntazam bajaradi. Mushak kuchining ortishi bilan

bo'g'implardagi harakatchanlik ancha pasayadi. Yosh atletlarda, odatda, egiluvchanlik ko'rsatkichlari ancha yuqori bo'ladi. Yosh kattalashgan sari, egiluvchanlik pasayadi, ayniqsa, og'ir atletikachilarda umurtqa pog'onasiga kuchli kompression og'irlikni tushishi hisobiga.



Rasm 6.12 b. Bo'g'implardagi harakatlar amplitudasi: b – oyoqlarniki

Bundan tashqari, egiluvchanlikka va uni rivojlantirishga nasliy (genetik) moyillik ancha kuchli ta'sir ko'rsatadi. Egiluvchanlikni barchada ham rivojlantirib bo'lmaydi. Shu tufayli, sport seksiyalariga (gimnastika, akrobatika va b.) bolalarni tanlashda egiluvchanlik qobiliyatiga e'tibor beriladi. Egiluvchanlikni har doim ham rivojlantirish imkoni bo'lmaydi, zo'raki variantda rivojlantirganda esa, bo'g'implarning turli kasalliklari kelib chiqadi.

BOB VII. ODAM LOKOMOTSIYALARI (HARAKATLARI)

BIOMEXANIKASI

Organizmning lokomotsiyalari - atrof-muhit bilan faol o'zaro harakatlar imkoniyatini ta'minlovchi hayot faoliyatining ko'rinishlaridan biridir.

Lokomotsiyalar (lot. locus - joy va motio - harakat) - hayvonlar va odamlarni fazoda faol harakatlarini chaqiruvchi, ularning muvofiqlashgan harakatlari birligidir: muhitning turli sharoitlarida yashashi uchun muhim moslashishidir.

Odamning lokomotsiyalariga yurish, yugurish, sakrash, suzish kabilar va boshqalar kiradi. Evolyutsiya jarayonida lokomotsiyalar o'zgargan va murakkablashgan. Lokomotsiyalarning har bir turi, juda ko'p har xil turlarga ega. Masalan, oddiy yurish va sport yurishi, qisqa, o'rta va uzoq masofalarga yugurish farqlanadi va h.k. Lokomotsiyalarga individual xususiyatlar xos.

Odamning lokomotsiyalari gavda holatini ushlab turishni, gavdaning alohida qismlari harakatlari va gavdani fazoda to'liq harakatini ta'minlaydigan skelet mushaklarining qisqarishi natijasi ko'rinishida bo'ladi.

Harakatlarni tasniflash paytida gavda qismlari erishadigan vaziyatlarning xarakteri (bukish, rostlash va b.), funksional vazifasi (orientirlanish, himoya va b.) yoki ularning mexanik xususiyatlari (masalan, aylanma harakatlari) hisobga olinadi.

Odamning harakatlari markaziy asab tizimi (MAT) tomonidan nazorat qilinadi: u, harakat organlarining faoliyatini ketma-ket mushak qisqarishlarida amalga oshiriladigan u yoki bu vazifalarini bajarishga yo'naltiradi. Harakatlar faolligining ushbu shaklini erkin yoki ongli harakat deb, harakat aktlarini amalga oshirish paytidagi mushak guruhlarining muvofiqlashgan faoliyatini – *harakatlar muvofiqligi* deb atashadi.

Harakatlar muvofiqligi - odam chaqqonligining, kuchining, chidamliligining zarur shartidir.

Harakat reaksiyalari oddiy (masalan, issiq jismga tekkanda qo'lni tortib olish) va murakkab bo'ladi. Murakkab reaksiyalar - ma'lum bir harakatlar vazifasini echishga yo'naltirilgan ketma-ket harakatlar seriyasi. Murakkab harakatlarga misol bo'lib, gavdaning fazoda harakatlarini ta'minlaydigan skelet-mushak tizimining harakatlari -

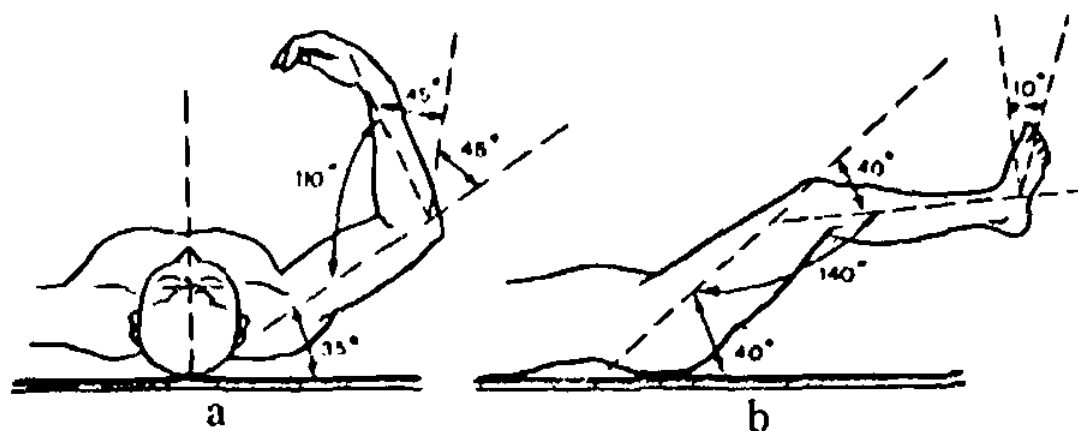
lokomotsiyalari (yurish, yugurish, suzish, sakrash va h.k.) xizmat qiladi. Eng murakkab harakatlarga, maxsus harakatlar deb nomlanadigan - mehnat, sport, o'yin va boshqa harakatlar kiradi.

Murakkab, ko'p pog'onali jarayonda erkin harakatlarni shakllantirishda, boshqarishda va ijro qilishda asab tizimining barcha darajalari (orqa miya, bosh miyaning turli hosilalari, periferik asablar) (rasm 1.16 ga qarang) qatnashadilar hamda erkin harakatlarning bevosita ijrochisi - tayanch-harakat apparati (THA) qatnashadi (rasm 1.14, 1.15 ga qarang).

Tayanch-harakat apparatini skeletning suyaklari, bo'g'imlar, bog'lamlar va mushak-paylari bilan birgalikda tashkil qiladi, ular harakatlar bilan bir vaqtda organizmning tayanch funksiyasini ham bajaradi. Suyaklar va bo'g'imlar mushak harakatlariga bo'ysingan holda harakatlarda passiv ishtirok etadilar, lekin tayanch funksiyasini bajarishda etakchi rol o'ynaydi. Suyaklarning ma'lum bir shakli va tuzilishi ularni juda mustahkam qiladi, ushbu mustahkamlikning qisilish, cho'zilish, egilish zahirasi THA ning kundalik ishi paytidagi mumkin bo'lgan yuklamalardan ancha katta. Masalan, odamning katta boldir suyagi qisilgan paytda bir tonna og'irlikdagi yuklamaga chidaydi, cho'zilish mustahkamligi bo'yicha esa cho'yanga bas kelishi mumkin. Bog'lamlar va tog'aylar ham mustahkamlikning katta zahirasiga ega.

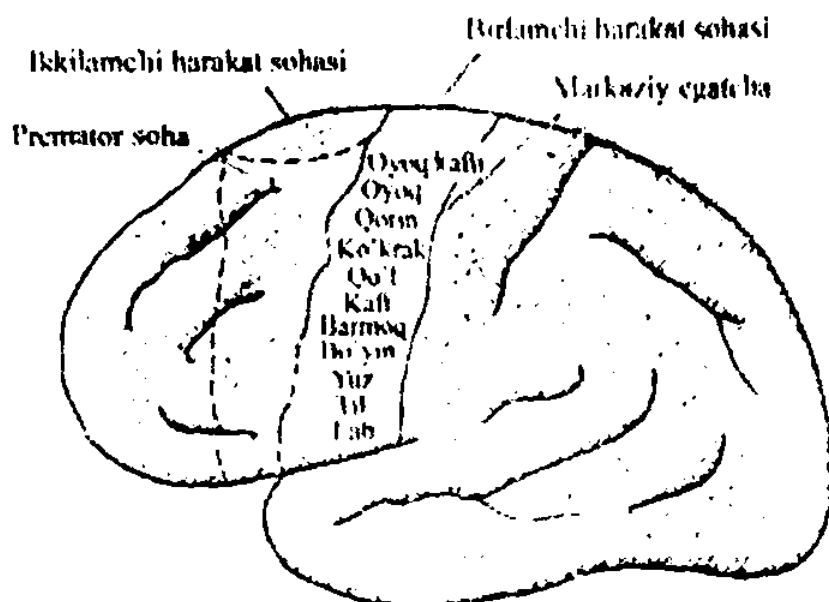
Harakatlar har bir bo'g'im uchun dvigatel kabi xizmat qiluvchi skelet mushaklarining qisqarishi ta'siri ostidagi ko'rinishida namoyon bo'ladi yoki suyak-bo'g'im apparatining ishtirokisiz faqat mushaklar tomonidan amalga oshiriladi (mimika harakatlari va b.). Skelet mushaklari gavdani ma'lum bir holatda fiksatsiya qilish bilan statik faoliyatni hamda gavdani fazoda, uning alohida qismlarini bir-biriga nisbatan harakatlarini amalga oshirish bilan dinamik faoliyatni bajaradi. Mushak faoliyatining ikkala turi bir-birini to'ldirib, yaqindan o'zaro harakat qiladi: statik faoliyat dinamik faoliyat uchun dastlabki fonni ta'minlaydi. Qoidaga binoan, bo'g'imning holati bir nechta turli yo'nalgan mushaklar, jumladan qarama-qarshi ta'sir ko'rsatuvchi mushaklar yordamida o'zgaradi. Bo'g'imlarning barcha mushaklari bir tekis bo'shashgan va harakat chaqirmaydigan holati – *fiziologik tinchlik holati* deb ataladi (rasm 7.1), bunda bo'g'imning holati – *o'rtacha fiziologik holat* deb ataladi. Bo'g'imning murakkab

harakatlari yo'naltirilmagan ish bajaruvchi mushaklarning uyg'un, bir vaqtdagi yoki ketma-ket qisqarishi bilan to'ldiriladi. Ko'pchilik bo'g'imlar ishtirok etadigan harakat aktlarini bajarish uchun muvofiqlik o'ta zarurdir (masalan, chang'ida yugurishda, suzishda va h.k.).



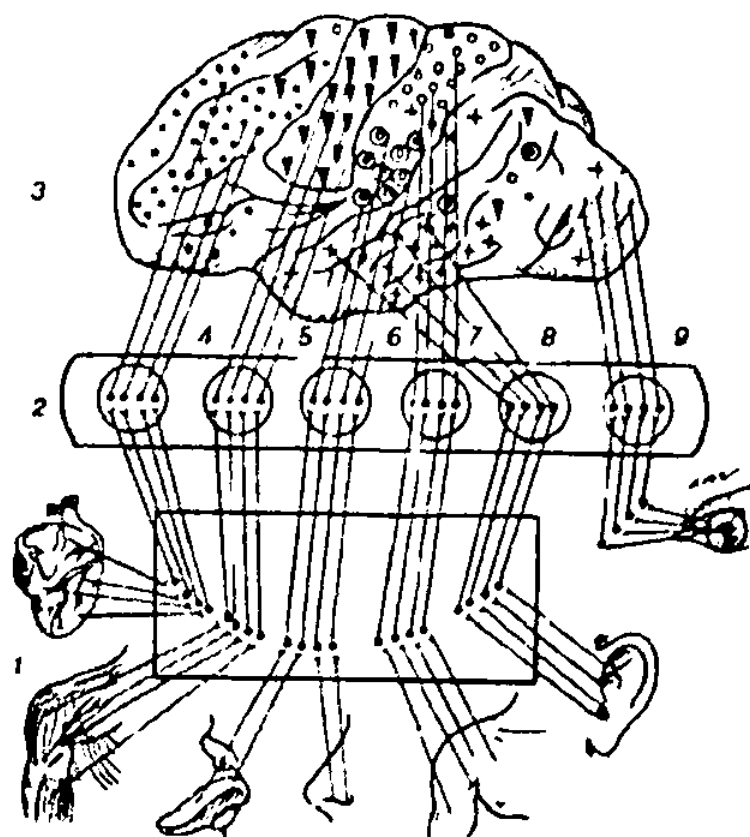
Rasm 7.1. Qo'l-oyoqlarning o'rtacha fiziologik holati:
a - qo'llarniki; b - oyoqlarniki

Harakatlarni muvofiqlashtirish mexanizmlari to'g'risidagi zamonaviy tasavvurlar bo'yicha, mushaklar nafaqat ijrochi harakatlantiruvchi apparat, balki o'ziga xos sezgi organi hamdir. Mushak duklarida va paylarda maxsus asab uchlari - retseptorlar mavjud bo'lib, ular MAT ning turli darajalaridagi hujayralarga impulslar yuboradi. Natijada, hujayra va mushak o'rtasida berk sikl hosil bo'ladi: MATning turli hosilalaridan harakatlantiruvchi asablar bo'ylab keladigan impulslar mushaklarning qisqarishini chaqiradi, mushak retseptorlari jo'natadigan impulslar esa, harakatlarning har bir elementi va lahzasi to'g'risida MAT ga axborot beradi. Aloqalarning siklik tizimi harakatlarning aniq boshqarilishini va ularni muvofiqlashtirishni ta'minlaydi. Harakat aktlarini amalga oshirish paytida skelet mushaklarining harakatlarini boshqarishda MATning turli bo'limlari ishtirok etsa ham, ularning o'zaro harakatlarini ta'minlashda va harakat reaksiyasining maqsadini qo'yishda, ayniqsa murakkab harakatlarni bajarishda etakchi rol bosh miya katta yarim sharlarining po'stlog'iga mansub. Katta yarim sharlar po'stlog'ida harakat va sezish sohalari yagona tizimni hosil qiladi, bunda har bir mushaklar guruhi ushbu sohalarning ma'lum bir uchastkasiga mos keladi (rasm 7.2.).
Bunday



Rasm 7.2. Bosh miya po'stlog'ining harakat sohalari. Ikkiqamchi harakat sohasining katta qismi po'stloqning medial yuzasida joylashgan bo'lib, ushbu rasmda ko'rinmaydi

o'zaro bog'liqlik, harakatlarni aniq bajarish imkonini beradi. Erkin harakatlarni boshqarish sxematik shaklda quyidagicha ko'rinishi mumkin. Harakat amalining vazifalari va maqsadi tafakkur bilan shakllanadi, bu, odamning diqqatini va harakatlarini yo'naltirilganligini belgilaydi. Tafakkur va hissiyotlar ushbu harakatlarni akkumulyatsiya qiladi va yo'naltiradi. Oliy asab faoliyati mexanizmlari, harakatlarni turli darajalarda boshqarishning psixofiziologik mexanizmlarini o'zaro ta'sirini shakllantiradi. Turli asab hosilalari va THA ning o'zaro harakatlari va doimiy ravishda axborot almashishlari asosida harakatlar faolligining rivojlanishi va korreksiyasi ta'minlanadi. Harakat reaksiyalarini amalga oshirilishida analizatorlar katta rol o'ynaydi (rasm 7.3, sxema 7.1). Harakat analizatori mushak qisqarishlarining dinamikasini va o'zaro aloqasini ta'minlaydi, harakatlar aktini fazoviy va vaqt birligida tashkil qilinishida ishtirok etadi. Muvozanat analizatorlari (vestibulyar analizator) gavdaning holati fazoda o'zgarib qandagina harakat analizatori bilan o'zaro harakat qiladi. Ko'rish va eshitish analizatorlari atrof muhitdan axborotni faol qabul qilish orqali orientir olishda va harakat reaksiyalarini korreksiya qilishda ishtirok etadi.

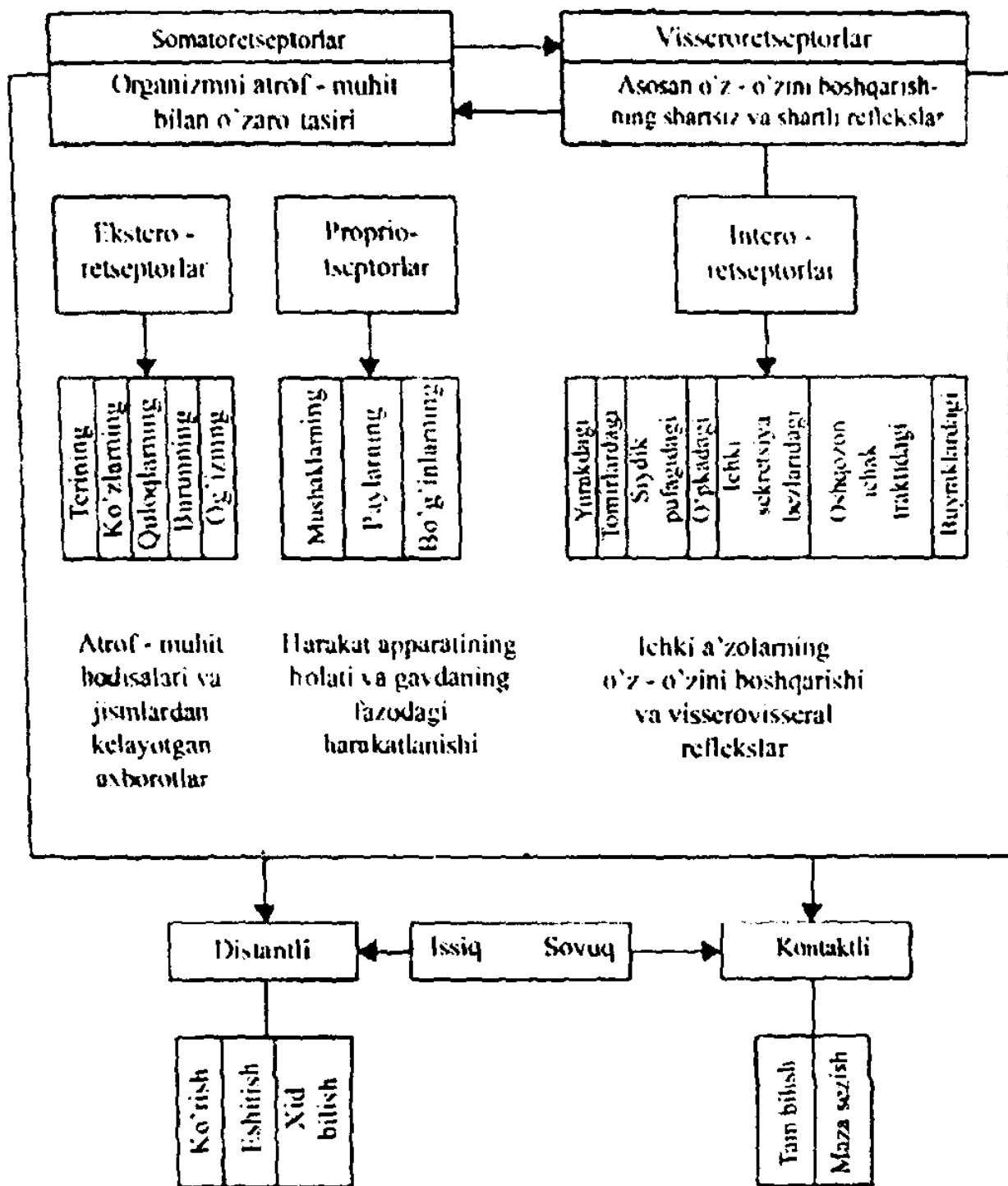


- | | | | |
|-----------|----------|-----------|-------------------|
| □ □ □ □ □ | Ko'rish | ● ● ● ● ● | Tam va xid bilish |
| △ △ △ △ △ | Eshitish | ▽ ▽ ▽ ▽ ▽ | Harakat |
| • • • • • | Teri | • • • • • | Ichki |

Rasm 7.3. Odam bosh miyasining po'stloq analizatorlari va ularni turli a'zolar bilan funksional aloqasi:

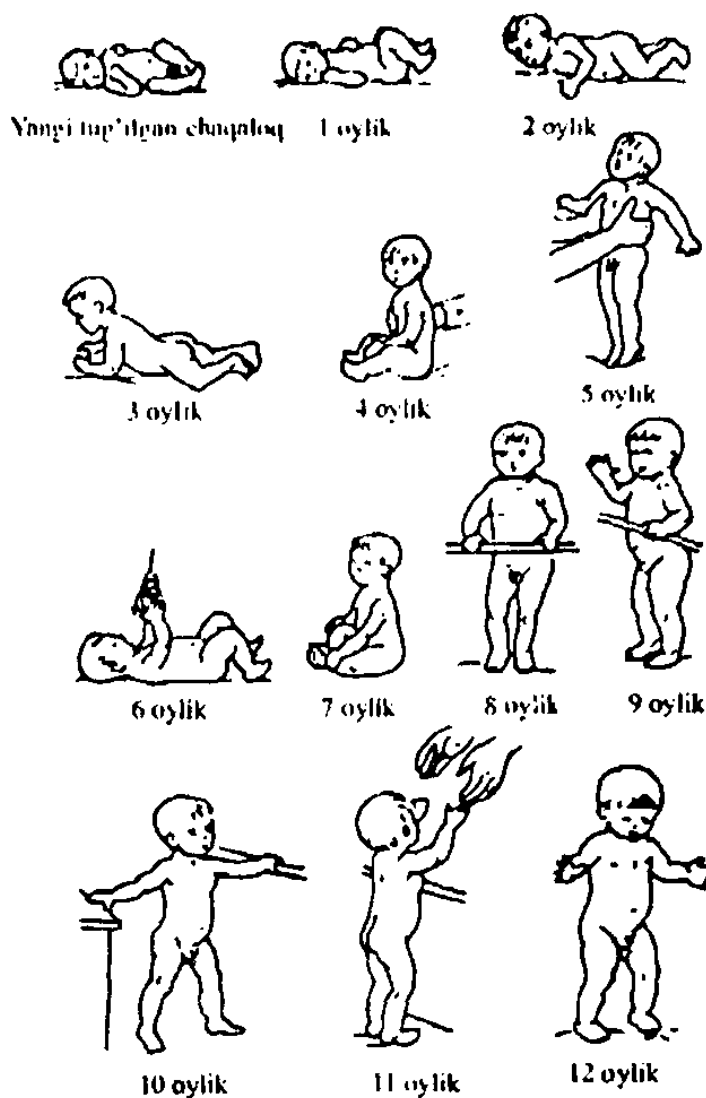
1 - periferik bo'g'in; 2 - o'tkazuvchi; 3 - markaziy yoki po'stloq; 4 - interseptiv; 5 - harakat; 6 - ta'm va hid; 7 - teri; 8 - eshitish; 9 - ko'rish bo'g'inlari.

Harakatlar faolligi va harakatlar muvofiqligining rivojlanishi. Yangi tug'ilgan bolada harakatlanish bo'lmaydi, harakatlar to'plami juda chegaralangan va shartsiz-reflektorli xarakterga ega. Bu yoshda suzish refleksi ifodalangan bo'lib, 40-kunga kelib, u maksimal namoyon bo'ladi va chaqaloq suvda harakatlar bajarib, 10-15 min suzishi mumkin. Lekin, chaqaloqni boshidan ushlab turish kerak, chunki uning bo'yin mushaklari hali juda kuchsiz bo'ladi (u, hali boshini ushlab tura olmaydi). Keyinchalik shartsiz reflekslar so'na boshlaydi, ularning o'rni turli harakat ko'nikmalari shakllanadi (rasm 7.4).



Sxema 7.1. Retseptorlarning (analizatorlarning) tasnifi

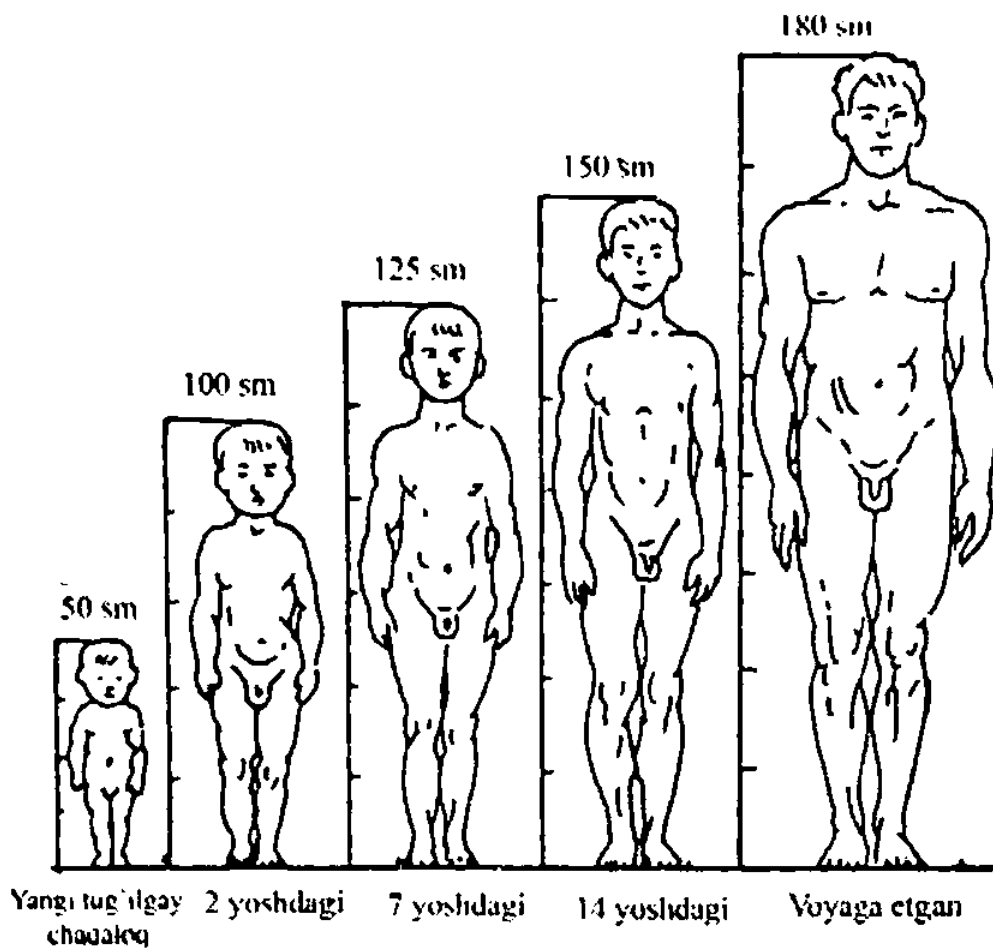
Bolada harakatlarning rivojlanishi nafaqat THA va MAT ning rivojlanishi bilan, balki trenirovka (gimnastik mashqlar, o'yinlar, chiniqtirishni qo'llash va h.k.) bilan ham belgilanadi. Bolalarda, tabiiy lokomotsiyalar (yurish, o'yinlar, yugurish, sakrash va b.) va ularning muvofiqlashuvi 2-5 yoshgacha shakllanadi. Bunda, hayotining birinchi yilida gimnastika, o'yinlar bilan shug'ullantirish katta ahamiyatga ega. Shuni aytish kerakki, muvofiqlashtiruvchi mexanizmlar maktab yoshigacha bo'lgan bolalarda ham hali mukammal bo'lmaydi.



Rasm 7.4. Chaqaloqda statik va harakat funksiyalarining rivojlanish sxemasi

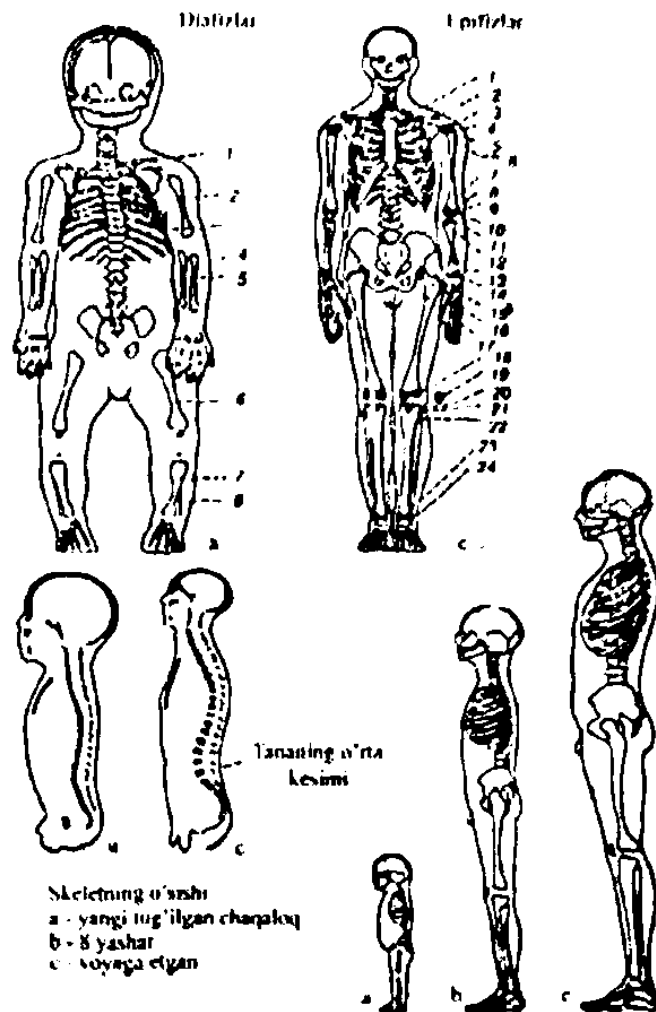
Harakatlarning muvofiqligini shakllantirish o'spirinlik davriga kelib yakuniga etadi. Tizimli trenirovkalar qilinganda harakatlarning mukammallashuvi va ularning muvofiqligi sodir bo'ladi.

Yuqori maktab yoshida gavdaning proporsiyalari voyaga etganlarning ko'rsatkichlariga yaqinlashadi (rasm 7.5). Yoshi 14-16 ga etganda, epifizar tog'aylarda, umurtqa pog'onasi oraliqlaridagi disklarda suyak darajasidagi sohalar paydo bo'ladi. Qizlarda 16 yoshda, o'g'il bolalarda 17-18 yoshda o'sish to'xtaydi (rasm 7.6).



Rasm 7.5. Gavda proporsiyalarini yoshga oid o'zgarishlari

O'ta og'ir jismoniy yuklamalar, ayniqsa og'irliklarni (gantellar, toshlar, shtanga va b.) ko'tarish suyaklanish jarayonlarini tezlashtiradi va o'sish hamda rivojlanishga salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin. O'spirinlik davrida mushak massasi va kuchining ortishi kuzatiladi. Bolaga 7-10-15 yoshlik davrida ortiqcha jismoniy yuklama berish, THA tarkibiy tuzilmasini o'zgarishi tufayli oyoqlarning bo'g'imlarini, jumladan umurtqa pog'onasini ham deformatsiyaga olib kelishi mumkin. 13-14 yoshdagi qiz bolalarga og'irliklar ko'tarish (atletizm, shtanga, gantel va b.) bilan bog'liq jismoniy yuklamalar berishda ehtiyotkor bo'lish kerak. O'spirinlik davrida o'g'il bolalar bilan qiz bolalar o'rtasida mushak kuchi ko'rsatkichlarida farq katta bo'ladi.



Rasm 7.6. Skeletning ossifikatsiyasi. To'liq skelet (B.J.Anson, 1966 bo'yicha)

7.1. Harakatlarni (lokomotsiyalarni) markaziy boshqarish

Odam bajarishi mumkin bo'lgan harakatlar, amalda cheksiz turli-tumandir va ularning har biri motoneyronlarning o'ziga xos razryadlari majmualari bilan belgilanadi. Faqatgina juda sodda harakatlar (masalan, qo'l-oyoqning tortilishi yoki qashilash) izolyatsiyalangan orqa miya tomonidan amalga oshiriladi. Orqa miyaning oraliq neyronlari va motoneyronlar qobiliyatli bo'lgan xilma-xil harakat aktlarining barchasi reflektor reaksiyalarga bog'liq.

Markaziy asab tizimi atrof muhit to'g'risidagi axborotni retseptorlardan oladi. Har bir retseptor ma'lum bir qo'zg'atuvchini qabul qiladi, ya'ni kimyoviy, elektromagnit (yorug'lik to'lqinlari), mexanik yoki harorat qo'zg'atuvchilarini. Retseptor -

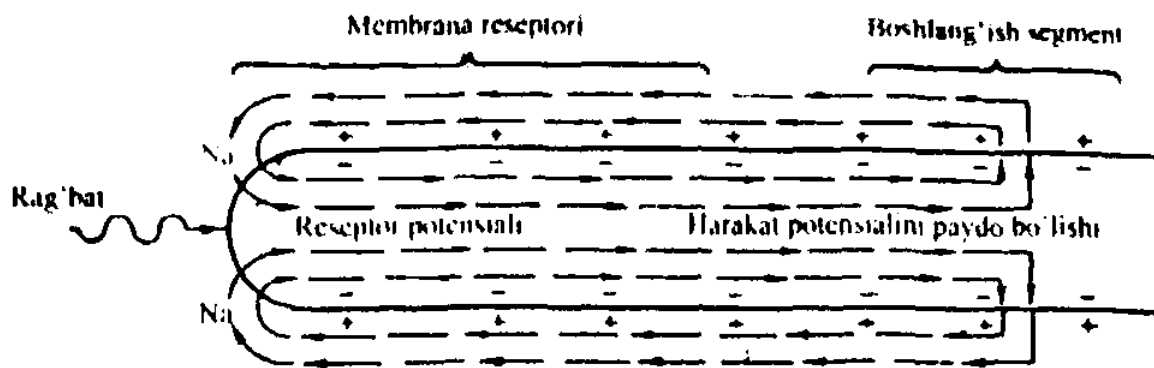
qo'zg'atuvchilarning energiyasini elektromexanik potensialga aylantiradi. Qo'zg'atuvchi to'g'risidagi axborot sezuvchi (sensor) asablarda impulslar ko'rinishida kodlanadi. Ushbu axborot, asab tizimining sensor tarkibiy tuzilmalariga kelib tushadi va u erda dekodlashtiriladi va tahlil qilinadi.

Har bir retseptor, morfologik va fiziologik jihatdan qat'iy belgilangan modallikdagi qo'zg'atuvchini qabul qilish uchun moslashgan bo'ladi. Bular, adekvat qo'zg'atuvchilar bo'lib, retseptor ularni aniq va yaxshi sezadi.

Retseptorlarni umumiy qabul qilingan tasniflarining birini asosiga adekvat qo'zg'atuvchilarning modalligi qo'yilgan. Ushbu belgisi bo'yicha, barcha retseptorlar beshta guruhga bo'linadi: 1) fitoretseptorlar; 2) mexanoretseptorlar; 3) termoretseptorlar; 4) xemoretseptorlar; 5) notsitseptiv retseptorlar.

Retseptorlar, ular qabul qiladigan qo'zg'atuvchilar qaerda joylashganligiga bog'liq ravishda ham bo'linadi. Bunday tasnifga binoan retseptorlar to'rt guruhga bo'linadi: 1) alohida qo'zg'atuvchilarga (ko'rish, eshitish, hid bilish) reaksiya qiluvchi distant eksterotseptorlar; 2) gavda yuzasidan qo'zg'alishlarni qabul qiluvchi kontakt eksterotseptorlar (tegish, bosish, harorat va ta'm bilish retseptorlari); 3) ichki a'zolardan keladigan qo'zg'atuvchilarni va qondagi kimyoviy moddalar miqdorini qabul qiluvchi interotseptorlar; 4) gavdaning fazodagi holati to'g'risida (bo'g'imlarning joylashishi, mushaklarning uzunligi to'g'risida) signal beruvchi propriotseptorlar.

Qo'zg'atuvchiga nisbatan har qanday retseptorning birlamchi reaksiyasi, qo'zg'atuvchi va retseptorning membranasi o'rtasidagi o'zaro ta'sir natijasida yuzaga keladigan retseptor potensialini generatsiya qilinishidan iborat (rasm 7.9). Adekvat qo'zg'atuvchining xarakteriga bog'liq ravishda, N_{a}^{+} ni sezuvchi asab uchlariga tok kirishi bilan birga o'tadigan, membrananing ionli o'tkazuvchanligini ortishi sodir bo'ladi. Ushbu kiruvchi tok natijasida asab uchi depolyarizatsiyalanadi va retseptor potensial yuzaga keladi; ko'zning fotoretseptorlarida depolyarizatsiya o'rniga giperpolyarizatsiya boshlanadi.



Rasm 7.9. Sezuvchan asab uchida retseptor potentsialining paydo bo'lishi. Qo'zg'atuvchini retseptorning membranasi bilan o'zaro ta'siri paytida uning ionli o'tkazuvchanligi ortadi

Asab impulsleri, retseptor potentsiali qo'zg'atuvchi ta'sir ko'rsatishi oqibatida, sezuvchi asabning boshlang'ich segmentida paydo bo'ladi (rasm 7.9 ga qarang). Sezuvchi asabda harakat potentsialini generatsiyasiga olib keluvchi jarayonlarning ketma-ketligi, ushbu asab va retseptor potentsiali hosil bo'ladigan ushbu retseptor o'rtasidagi anatomik o'zaro munosabatlarga bog'liq. Ushbu retseptor, sensor axborotni qayta ishlash funksiyasini bajaruvchi, sezuvchi asab uchi sifatida o'zini namoyon qiladi (rasm 7.10, a), yoki sezuvchi uchi bilan, kimyoviy sinaps hosil qiluvchi alohida hujayra ko'rinishida namoyon bo'ladi (rasm 7.10, b).

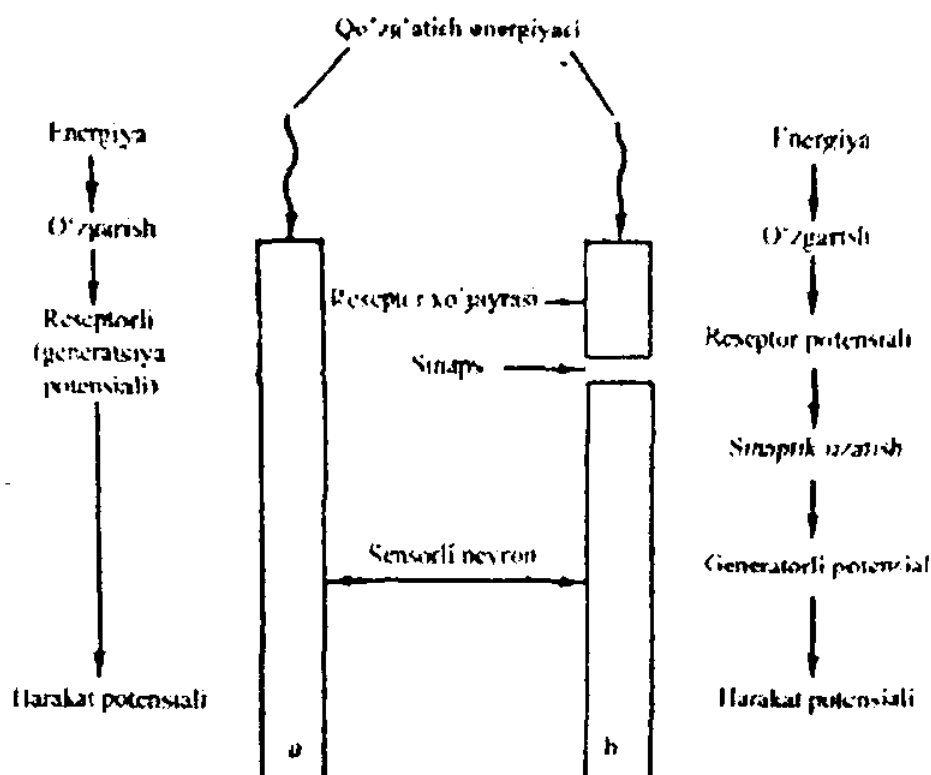
Generatorli potentsial ta'siri ostida yuzaga keladigan depolyarizatsiyalovchi toklar, sezuvchi asablarda asab impulslerini paydo bo'lishiga olib keladi.

Sensor axborotni kodlash shundan iboratki, sezuvchi asablar qo'zg'algan paytda hosil bo'ladigan his qilishning xarakteri, ushbu asablar MAT ning qaysi sohasida tugashiga bog'liq.

Qo'zg'alishning jadalligi retseptor potentsialining amplitudasi bilan kodlanadi. Ushbu potentsialning kattaligi qo'zg'atuvchi kuchining logarifmiga proporsionaldir. Chunki, o'z navbatida, sezuvchi asablardagi razryadlarning chastotasi retseptor potentsialining kattaligiga proporsionaldir, sensor impulsatsiyaning chastotasi ham qo'zg'atuvchi kuchining logarifmiga proporsionaldir.

Qo'zg'atuvchining kuchi va sensorli razryad o'rtasidagi logorifmik bog'liqlik taxminiy ekanligi ko'rsatilgan. Ushbu bog'liqlik, $R=KI^A$ darajali tenglamalar bilan ancha

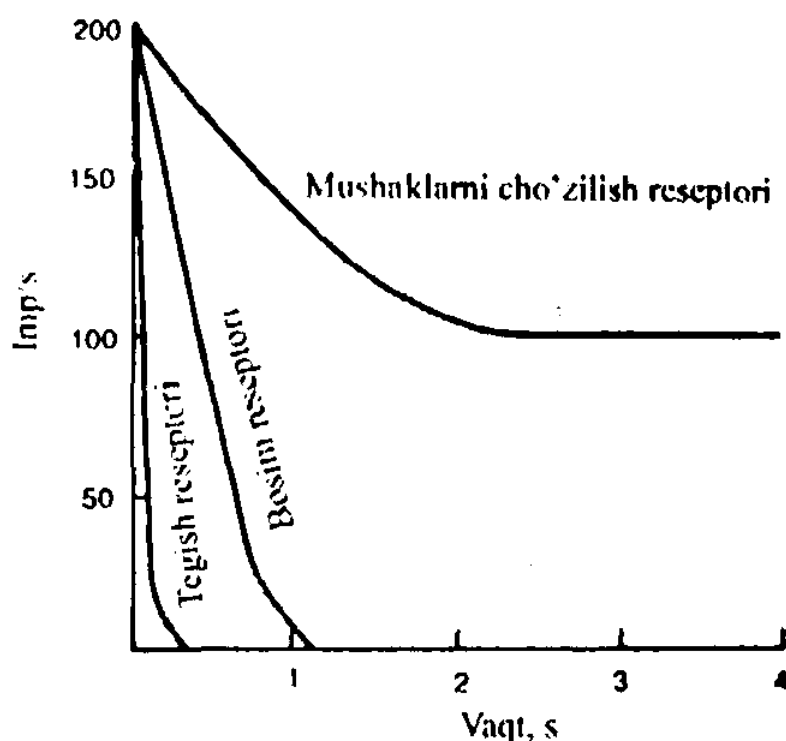
aniq ifodalanadi, bunda R - sensorli razryadning kattaligi, I - qo'zg'atish kuchi; K va A - konstantalar.



Rasm 7.10. Sezuvchi asabda qo'zg'atishni hosil bo'lishi sxemasi, qo'zg'atuvchining energiyasini retseptor tomonidan asab impulsatsiyasiga qayta o'zgartirilishini illyustratsiya qiladi:

a - sezuvchi asab uchining retseptori; b - sezuvchi uchlar tomonidan innervatsiyalanuvchi alohida hujayra - retseptor.

Agar, har qanday retseptorga, uzoq muddat davomida doimiy qo'zg'atuvchi bilan ta'sir qilinsa, unda reaksiya sekin-asta kamayadi (rasm 7.11). Ushbu hodisa *adaptatsiya* deyiladi. Adaptatsiya o'rnatilgan sari, qo'zg'atishning ikkala parametri, ya'ni impulsatsiya chastotasi va retseptor potentsialining kattaligi pasayadi. O'z-o'zidan tushunarliki, sensorli impulsatsiya darajasining adaptiv o'zgarishlari retseptor potentsiali "adaptatsiyasi"ning bevosita oqibati hisoblanadi: ushbu potentsial kamaygan sari sezuvchi asablardagi razryadlar chastotasi tushadi.



Rasm 7.11. Retseptorlarni mexanik qo'zg'atuvchiga reaksiyasi

Adaptatsiya barcha retseptorlarga xos bo'lishiga qaramasdan, uning tezligi har xil retseptorlarda turlichadir (rasm 7.11 ga qarang).

Adaptatsiya tezligiga bog'liq ravishda retseptorlar ikkiga bo'linishi mumkin: tez adaptatsiya bo'luvchi - fazali, va sekin adaptatsiya bo'luvchi - tonik.

Somatosensor tizim harakatlanish funksiyasida (lokomotsiyada) muhim hisoblanadi. Gavdaning holati to'g'risida signal beruvchi sezuvchanlik turlari - *somatosteziya* deb nomlanadi. Somatosensor retseptorlarga: tegish, bosish, harorat va og'riqqa reaksiya qiluvchi teri retseptorlari hamda bo'g'im va mushaklarda harakatlarni qabul qiluvchi propriotseptorlar kiradi.

Signallarni etkazuvchi boshqa muhim tizim - bu, maxsus sensor retseptorlar yoki ko'rish, eshitish, vestibulyator retseptorlarini o'z ichiga olgan sezgi a'zolari hisoblanadi. Ushbu barcha retseptorlar bosh sohasida joylashgan va chanoq-miya asablari tomonidan innervatsiyalanadi; somatosensor retseptorlar esa, gavdaning barcha qismlarida - qo'l-oyoqlarda, tanada, boshda joylashgan. Somatosensor retseptorlarning aksariyat

ko'pchilik qismi tanada va qo'l-oyoqlarda lokallashgan va orqa miya asablari tomonidan innervatsiyalangan.

Retseptor qo'zg'atilganda, refleks deb ataladigan javob reaksiyasi paydo bo'ladi. *Reflekslar* – bu, sezuvchi, asabli va harakat tuzilmalarini ketma-ket qo'zg'alishi natijasida paydo bo'ladigan, asab tizimining oddiy reaksiyalaridir.

Reflekslar, asab tizimining ko'pchilik darajalarida amalga oshiriladi. Orqa miyaning reflekslari tana va qo'l-oyoqlarning harakatlarini boshqarishda muhim rol o'ynaydi. Ularga, mushakning uzunligini nazorat qiluvchi reflekslar (cho'zilish reflekslari), zararli ta'sirlardan qochishga javob beruvchi reflekslar (bukuvchi reflekslar) va harakat reflekslari (bir-biri bilan kesishadigan rostlovchi reflekslar) kiradi. Boshqa reflekslar, masalan, vertikal holatni ushlab turishga va ko'rishni boshqarishga javob beradiganlar, miya ustuni darajasida tugaydi.

Murakkab harakatlarning (lokomotsiyalarning) barchasi (yurish, yugurish, sakrash va h.k.) bosh miya markaziy sohalarining ishtirokini talab qiladi. Ushbu sohalar, orqa miya motoneyronlarining faolligini, pastga tushuvchi orqa miya yo'llari orqali boshqaradi. Harakatlarni boshqarishning yuksak markazlariga bosh miya po'stlog'i kiradi, u, ham piramidali va xuddi shunday, ekstrapiramidali tizimlar, bazal gangliyalar va miyacha faoliyatini nazorat qiladi.

"Harakatlar po'stlog'i - piramidali tizim" majmuasi nafis, erkin harakatlarga javob beradi. Qo'pol majburiy harakatlilar "harakatlar po'stlog'i - ekstrapiramidal tizim" bloki tomonidan amalga oshiriladi. Bazal gangliyalar va miyacha harakatlarni muvofiqlashtirishda ishtirok etadi. Sekin harakatlarning (ilonsimon) muvofiqlashtirilishi bazal gangliyalar bilan, tez harakatlar (ballistik) esa miyacha bilan bog'liq.

7.2. Harakat reaksiyalarini kortikal nazorati

Odam bosh miyasi katta yarim sharlarining po'stlog'i butun organizmning barcha harakat aktlarini boshqaradi.

Po'stloqning motor, premotor va boshqa sohalarida ham orqa miyaga (uning oraliq va motor neyronlariga) va xuddi shunday, ekstrakortikospinal tizimning yadrolariga ham

efferent impulslarni yuboradigan neyronlar mavjud bo'lganligi tufayli harakat aktlarini kortikal nazorat qilish mumkin. Harakatlarni kortikal nazorat qilishning muqarrar sharti - har bir konkret luhzada amalga oshirilayotgan harakatlarning jarilishi (uning yo'nalishi, kuchi, amplitudasi va h.k.) to'g'risida va uning natijalari to'g'risida axborotni etkazadigan ko'rish, vestibulyar, bo'g'im-mushak, taktil retseptorlardan, ya'ni gavda retseptorlaridan afferent impulslarning po'stloqqa kelishi hisoblanadi (rasm 7.12 ga qarang).

Bosh miya po'stlog'ining harakat sohaslariga birlamchi va ikkilamchi motor va premotor po'stloq kiradi. Po'stloqning har bir uchastkasi, u yoki bu harakatlarga mos keladi. Birlamchi harakatlar sohasi alohida mushaklarning qisqarishiga javob beradi. Ikkilamchi harakatlar sohasining qo'zg'alishi kamroq darajadagi diskret va lokallashgan harakat reaksiyalari bilan birga o'tadi, ularga bosh, bo'yin, tana va qo'l-oyoqlarning murakkab harakatlari kiradi. Premotor po'stloq lokomotor aktlarni nazorat qiladi. jumladan, artikulyatsiya paytida og'iz va tilning harakatlarini, ko'zlar va boshning muvofiqlashgan harakatlarini, qo'llar va barmoqlarning nozik harakatlarini nazorat qiladi.

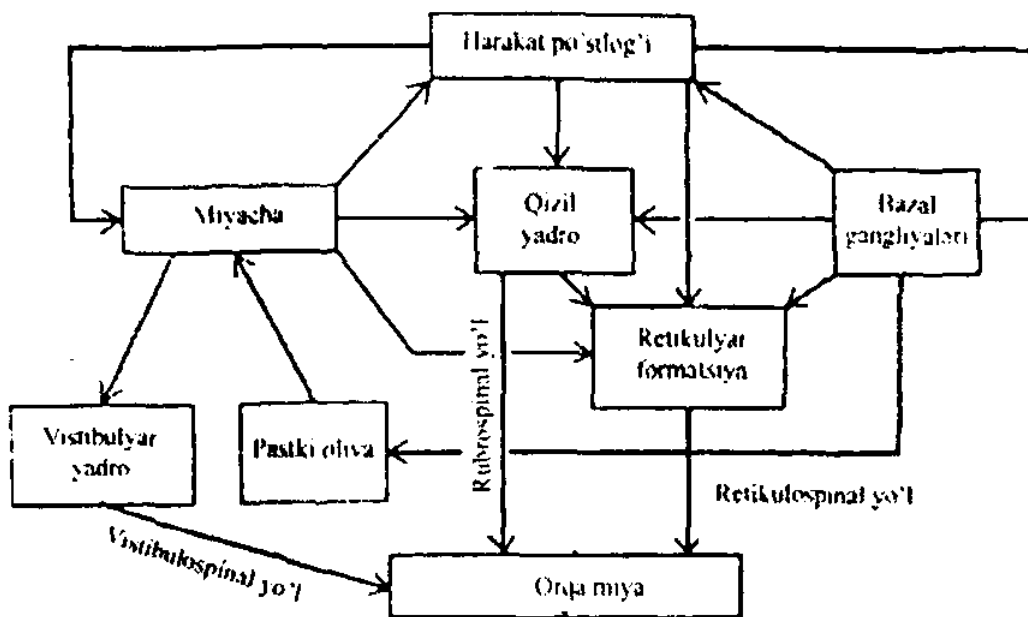
Piramidal tizimning funksiyasi nozik harakatlarni amalga oshirishdan iborat, masalan, ipni ignaga o'tkazish, to'siqlar osha yugurish, akrobatik mashqlar va h.k. Bunday harakatlardan oldin premotor va ikkilamchi po'stloqning qo'shni sohalanda qo'zg'alish paydo bo'ladi deb hisoblashadi. Harakatlar "g'oyasi" shakllangandan so'ng, harakat po'stlog'ida nozik harakatlarni amalga oshirish uchun zarur bo'lgan qo'zg'alishlarning murakkab majmuasi hosil bo'ladi.

Shuni aytish lozimki, tik turish holati, yurish, yugurish, sakrash va ovqat eyish kabi ko'pchilik asosiy harakat aktlari uchun piramidal tizimning ishtiroki shart emas.

Piramidal tizim mushak tonusini quvvatlab turishda muhim rol o'ynaydi.

Miya ustunining harakat yadrolari gavda holatini boshqarish va gavdani vertikal holatini ushlab turishda ishtirok etadilar. Ushbu yadrolarga po'stloq, bazal gangliyalari va miyacha neyronlarining ekstrapiramidal tolalari kelib qo'shiladi (rasm 7.12). Retikulyar formatsiyada va u bilan bog'langan yadrolarda, harakatlarning yuksak markazlaridan ushbu tolalar orqali keladigan signallar, orqa miya-talamik yo'llar bo'yicha uzatiladigan

sensomotor axborot bilan va vestibulyar tizimdan keladigan impulslar bilan integratsiyalanadi. Natijada, vertikal holatni ushlab turish uchun zarur bo'lgan harakat aktlari shakllanadi.



Rasm 7.12. Bazal gangliyalari, miyacha, miya ustunining harakat yadrolari va harakat po'stlog'i o'rtasidagi asosiy aloqalar

Gavdani vertikal holatda ushlab turish uchun, og'irlik markazi, rostlovchilarning qisqarishiga qarshilik ko'rsatishi kerak. Miya ustunining harakatlar o'rta tuzilmalarining oldingi uchdan ikki qismi, rostlovchilarning motoneyronlari bilan birgalikda kuchli engillashtiruvchi impulsatsiyaning manbai bo'lib xizmat qiladi. Ushbu rostlovchi tonusga, normada, po'stloqning yuksak harakat markazlaridan va bazal gangliyalardan keladigan signallar tormozlovchi ta'sir ko'rsatadi.

Ekstrapiramidal tizimning funksiyasi - gavda holatini boshqarishda va yurish, tik turish holati, sakrash, yugurish, suzish va boshqalar kabi harakat aktlarini amalga oshirishda ishtirok etish.

Mos ravishdagi harakat aktini amalga oshirish uchun, miyacha va bazal gangliyalardan, uning vaqt bilan bog'liq kattaligi to'g'risida keladigan axborot, oraliq yadrolarda organizmning holati to'g'risidagi sezuvchan signallar (retikulyar formatsiyadan) bilan birga integratsiyalanadi.

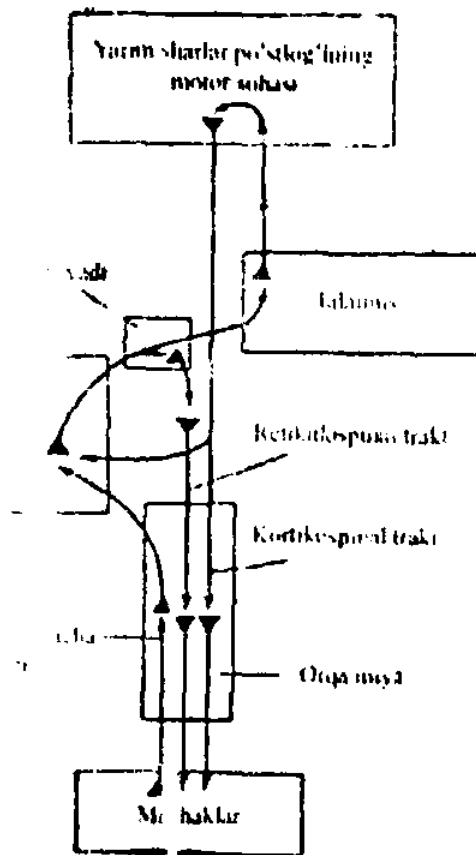
Harakatlarni muvofiqlashtirishda va ularni vaqt birligida taqsimlashda ishtirok etadigan miyacha, taqqoslovchi moslama sifatida muhim rol o'ynaydi. Harakat po'stlog'ida biron-bir harakatlar to'g'risida qaror qabul qilinganda, ushbu harakatning tabiati va kutilayotgan natijalar to'g'risidagi axborot miyachaga yo'naltiriladi. Ushbu axborot, miyachada saqlanadi va proprioretseptorlardan hamda harakat amalga oshirilgan paytda qo'zg'aladigan boshqa retseptorlardan keladigan sezuvchan impulsatsiya bilan taqqoslanadi. Agar, harakat akti paytida miyachaga keladigan signallar, ushbu harakat akti noto'g'ri ekanligi to'g'risida guvohlik qilsa, unda miyachadan miya ustuniga va po'stloq harakat markazlariga impulslar yuboriladi, aynan shu impulslar tufayli zarur bo'lgan korreksiya amalga oshiriladi.

Ballistik harakatlarni qurish va amalga oshirishda miyacha, ayniqsa katta ahamiyatga ega. Bunday harakatlarni bajarish tezligi juda katta bo'lib, harakat akti vaqtida unga qandaydir o'zgartirish kiritish imkoniyati bo'lmaydi: ularga diskni uloqtirish, nayza uloqtirish, salto, to'siqlardan sakrash va h.k. kiradi. Bunday holatlardagi harakatlar vaqtida korreksiya qilish imkoniyati bo'lmaydi, chunki, birinchidan, sensor axborotni miyachaga uzatish uchun, ikkinchidan - ushbu axborotni tahlil qilish uchun va uchinchidan - korreksiyalanuvchi harakatni tuzish uchun zarur bo'lgan vaqt, harakat aktining o'zini o'tish muddatidan ancha katta. Shuning uchun, ballistik harakatlar oldindan dasturlangan bo'lishi zarur. Bunday dasturlash uchun miyacha birinchi darajali ahamiyatga ega, chunki unda, sezuvchi va harakatlantiruvchi axborot saqlanadi. Ushbu axborotlar piramidal va ekstrapiramidal tizimlarga harakat impulslarining shundayini tanlash imkonini beradiki, uning ta'siri ostida zarur bo'lgan ballistik harakat muvaffaqiyatli bajariladi.

Miyachaning navbatdagi muhim funksiyasi, ko'pchilik mushaklarning ketma-ket qisqarishlarini talab qiladigan harakatlarni muvofiqlashtirishdan iborat.

Miyacha, MATga kelib tushayotgan afferent impulslarni, gavdaning harakatlari vaqtida qo'zg'alishi sodir bo'ladigan barcha retseptorlardan qaytar aloqa kanallari bo'yicha oladi. Impulslar miyachaga proprio- va vestibuloretseptorlardan hamda ko'rish, eshitish va taktil retseptorlardan keladi. Shu yo'l bilan harakat apparatining faoliyati

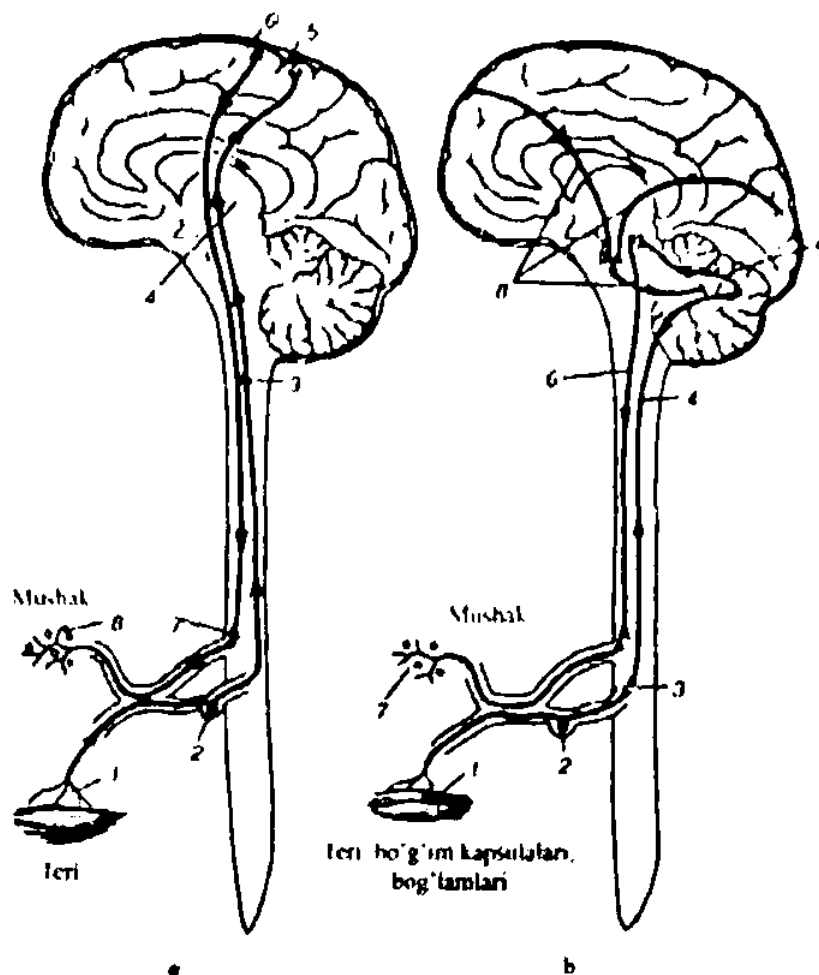
muskhak tonusini bevosita boshqaradigan informatsiyasiga ta'sir ko'rsatadi (rasm 7.13).



Talamus, katta yarim sharlar po'stlog'i va orqa miya tufayli miyacha tomonidan harakatlar nazorati amalga oshiriladi (Gayton bo'yicha)

Ushbu ta'sir qilish mexanizmidan orqa miya gamma-ritmlari ma'lum bir rol o'ynaydi.

Ushbu ritmning harakat reaksiyalarini korreksiya qiladi. Ushbu ritmning tuzatishlar kiritish bilan aniqligini ta'minlaydi. Ushbu ritmning katta yarim sharlar o'rtasida ikki tomonlama ta'sir qilish paytida, ayniqsa ravshan namoyon bo'ladi. Ushbu ritmning katta yarim sharlar po'stlog'i neyronlari-ning faollik holatini ta'minlaydi. Ushbu ritmning tez (fazali) va sekin (tonik) harakat aktlarining ta'sir qilish mexanizmi haqida qisqartirilgan ma'lumot beriladi.



Rasm 7.14. Bosh miya va orqa miyaning o'tkazuvchi yo'lari:

a - miya katta yarimsharlarining aloqalari: 1-retseptorlar; 2-orqa miya tutami; 3-uzunchoq miyaning sezuvchan yadrolari; 4-ko'rish do'mbog'ining spetsifik yadrolari; 5-markazosti burma; 6-peshona qismidagi markazoldi burma (piramidali yo'lning boshlanishi); 7-orqa miya oldingi shoxlarining (ustunlarining) harakatlantiruvchi yadrosi; 8- mushakdagi harakatlantiruvchi uchlar;

b - miyachaning aloqalari: 1-retseptorlar; 2-orqa miya tutami; 3-orqa miyaning sezuvchan yadrolari; 4-miyachaga ko'tariluvchi yo'l; 5-miyachadan o'rta miyaning qizil yadrosiga o'tkazuvchi yo'l; 6-qizil yadrodan orqa miyaning harakatlantiruvchi yadrolariga tushuvchi yo'l; 7-mushakdagi harakatlantiruvchi uchlar; 8-katta yarimsharlar po'stlog'ini miyacha bilan aloqalari.

Mushak faoliyatini muvofiqlashtirishdagi miyacha funksiyalaridan biri, harakatlarni to'xtatishdan yoki tormozlashdan iborat. Biron-bir harakatni muvaffaqiyatli amalga oshirish uchun ikki guruh mushaklarning ishtiroki zarur: bittasi, qo'l-oyoqlarni etib borishi zarur bo'lgan, fazodagi nuqtaga qarab harakatlantiradi; ikkinchisi esa, ushbu nuqtaga etgandan keyin harakatni to'xtatadi.

Bundan tashqari miyacha, harakatning ketishini ham, uning o'tish muddatini ham "oldindan topish" qobiliyatiga ega, ayniqsa tez harakatlarni (ballistik) muvaffaqiyatli bajarish uchun.

Shunday qilib, bosh miya po'stlog'i va harakat apparati o'rtasida xalqa shaklidagi o'zaro ta'sir mavjud: po'stloq, harakatni chaqiruvchi efferent impulslarni jo'natadi va harakat oqibatida paydo bo'ladigan afferent impulslarni qaytarib oladi. Shu bilan, harakatni amalga oshirish va harakat reaksiyalarini qayta qurishning o'zgaruvchan sharoitlariga harakatni aniq moslashtirish imkoniyati ta'minlanadi, ya'ni harakat bajarilayotgan paytda olinayotgan natijalarga bog'liq holda.

Po'stloq boshqarayotgan harakat reaksiyalarining o'ziga xosligi - ular individual hayot tajribasi natijasida, trenirovka jarayonlarida ishlab chiqilishidadir.

Trenirovka, ya'ni ma'lum bir harakatlarni ko'p marta takrorlash ularni avtomatizatsiyasiga olib keladi. Shu tufayli, ushbu harakatlar mazkur harakat aktlarini (mashqlarni) bajarish paytida echilayotgan vazifaga mos ravishda ancha aniq, zarur darajada tez, kuchi va amplitudasi bo'yicha ritmik bo'lib qoladi. Trenirovka jarayonida ortiqcha harakatlar bartaraf qilinadi.

Odamning avtomatlashtirilgan harakatlari - yurish, yugurish va ko'pchilik mehnat harakatlari (jarayonlari, aktlari) hisoblanadi.

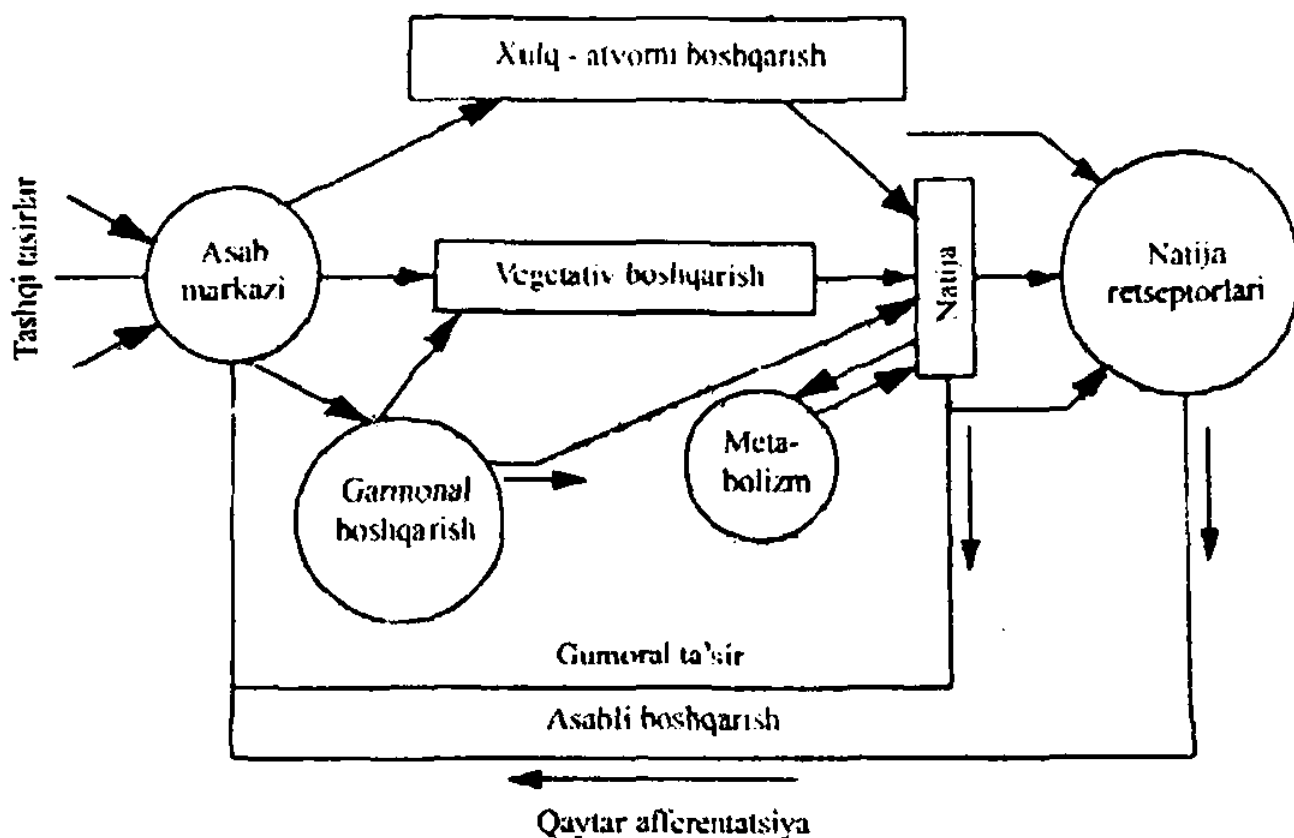
7.3. Mashqlar, trenirovkalar, harakat amallarining biomexanikasi

Odamning harakat amallarini boshqarish mexanizmi (yangi harakatlar ko'nikmalarini shakllanish bosqichida) N.A. Bernshteyn tomonidan XX asrning 30-40 yillarida asoslangan. Keyin, ushbu mexanizmning amal qilishini funksional tizimi to'g'risidagi nazariy qoidani P.K. Anoxin ishlab chiqqan (sxema 7.2).

Buni shunday bayon qilish mumkin. Odam yangi harakatlarni bajarishi paytida, o'zi uchun (uning maqsadi va mazmuni asosida) bo'lajak harakatining ma'lum bir obrazini yaratadi. Harakatni bajarish borasida, uni boshqarish dasturi bilan solishtirish sodir bo'ladi, shu bilan birga, uni ketma-ket korreksiya qilish amalga oshiriladi (sensorli korreksiya).

Boshqarish mexanizmi, harakatni shakllantirishning uch bosqichini ajratish imkonini beradi.

Birinchi bosqich - harakatlarni amalga oshiruvchi mushaklar, antogonist-mushaklar va boshqa (o'zlashtirilgan harakatlarda ishtiroki talab qilinmaydigan) mushaklar ishtirokida harakatlar to'g'risida umumiy tasavvur shakllanadi; shuning uchun odam harakatni (yoki harakatlarni) ortiqcha kuchangan holda bajaradi va, shu tufayli uni bajarish tezligini ancha kamaytiradi. Agar, ushbu bosqichda, harakatlar tezkor tempda bajarilsa, unda sensorli korreksiya qilish qiyinlashadi yoki iloji bo'lmaydi.



Sxema 7.2. P.K. Anoxin bo'yicha funksional tizim

Ikkinchi bosqich - doimiy harakatlarni boshqarish paytida kuchlanish yo'qoladi va mushaklarning etarlicha ravshan muvofiqligi paydo bo'ladi. Bunda, harakatlar xali etarlicha erkin bajarilmaydi va avtomatizatsiyalanmagan.

Uchinchi bosqich - reaktiv kuchlar, inersiya kuchlari qo'llaniladi, harakatlar ancha tejalgan bo'lib qoladi, ularni bajarish avtomatizm darajasiga etadi.

Harakatlarni shakllantirish to'g'risidagi umumiy nazariy tasavvurlar asosida jismoniy tarbiya nazariyasida (sportning barcha turlari uchun) o'qitish jarayonini uchta bosqichi ajratiladi.

Birinchi bosqich - harakatni dastlabki o'rganish (texnikani umumiy, "qo'pol" shaklda qayta bajarish ishlab chiqiladi).

Ikkinchi bosqich - harakatni (harakatlarni) chuqur, detallashtirilgan holda o'rganish.

Uchinchi bosqich - harakatlar ko'nikmasini keyinchalik mukammal-lashtirish.

Sport amaliyotida harakat ko'nikmasini o'rgatish va trenirovkasi, sportchining yoshi, jinsi va texnik tayyorgarligi, muvofiqlashganligi, egiluvchanligini hisobga olgan holda bir xil tipdagi harakatlarni (mashqlarni) ko'p marta qaytarishni nazarda tutadi. Keyingi yillarda, o'rgatishning texnik vositalari (lonj, blok, belbog', oynalar, turli trenajerlar va h.k.) keng qo'llanilmoqda. Sportning ayrim turlarida (sport gimnastikasi, akrobatika, trampindan suvga sakrash va b.) fiksatsiya qilingan holat usuli qo'llanilmoqda, bunda harakat to'xtatiladi va uni ma'lum bir holatda fiksatsiya qilinadi. Ushbu usul, o'rgatishning boshlang'ich bosqichlarida qulay bo'lib, harakatlar kinematikasini tez va samarali o'rganishni, gavda bo'g'inlarining holatini aniqlashni, harakat (harakatlar) dinamikasini va umumiy ritmini nazorat qilish imkonini beradi.

O'rganish va trenirovkalar paytida adaptatsiya kabi omilni hisobga olish muhim hisoblanadi. Barcha holatlarda jismoniy yuklamalarga (mashqlarga) adaptatsiya bo'lish, butun organizmning reaksiyasi sifatida namoyon bo'ladi, lekin u yoki bu funksional tizimlardagi o'ziga xos o'zgarishlar har xil darajada ifodalanishi mumkin.

Funksional tizimlar to'g'risidagi P.K.Anoxinning ta'limotidan shunday fikr kelib chiqadiki, organizm tashqi muhit ta'siriga birbutun sifatida reaksiya qiladi, bir xil a'zolar va tizimlarning faoliyati boshqalarining funksiyalari bilan yaqindan bog'liq bo'ladi (Sxema 7.2. ga qarang).

7.4. Yurish (normada)

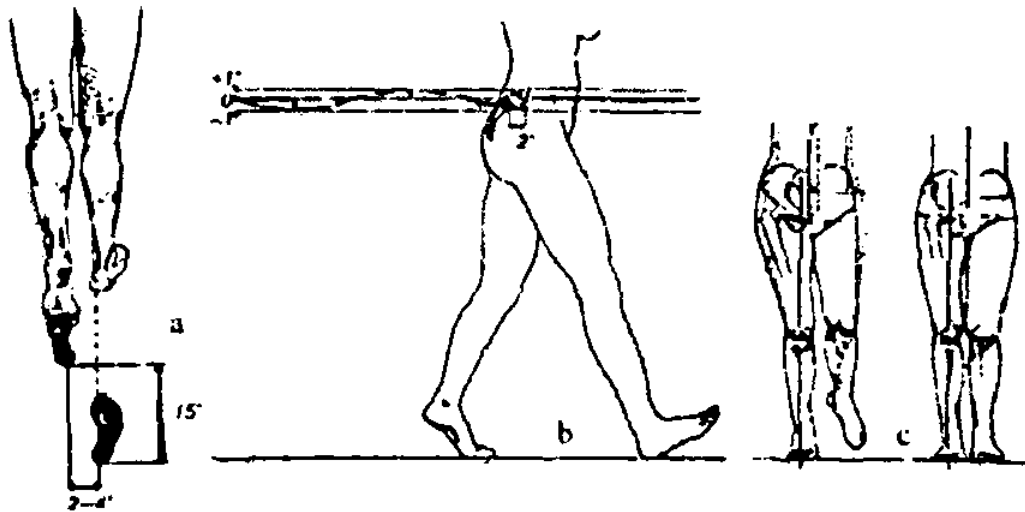
Yurish avtomatizatsiyalashgan harakat akti bo'lib, gavdaning skelet mushaklari va qo'llarning murakkab muvofiqlashgan faoliyati natijasida amalga oshadi.

Oyoqni erdan deysinib ko'tarish bilan gavda harakatga keladi. Bunda, gavda oldinga qarab siljiydi, birmuncha yuqoriga ko'tariladi va yangitdan havoda siltanadi.

Voyaga etgan odam yurgan paytidagi oyoqlari holatining ketma-ketligi 7.15-rasmda ko'rsatilgan. Yurish paytida gavda goh chap oyoqqa, goh o'ng oyoqqa tayanadi.

Yurish akti, uning alohida komponentlarini aniq qaytarilishi bilan farqlanadi, bunda, uning har biri, avvalgi qadamdagi aniq nusxasi sifatida ko'rinadi.

Yurish aktida, odamning qo'llari ham foydali ishtirok etadi: o'ng oyoq oldinga qarab bosilganda o'ng qo'l orqaga qarab harakatlanadi, chap qo'l esa oldinga harakatlanadi. Odamning qo'llari va oyoqlari yurish paytida qarama-qarshi yo'nalishlarda harakatlanadi.



Rasm 7.15. Yurish (normada)

Qadamning kengligi va uzunligi (a). Yurish paytida og'irlik markazini vertikal o'qdan 5 sm ga siljishi (b). Og'irlik markazini yon tomonga 2,5 sm ga siljishi (c) (Hoppenfeld, 1983, bo'yicha)

Erkin oyoqning alohida bo'g'inlarini (son, boldir va tovon) harakati nafaqat mushaklarning qisqarishi bilan, balki inersiya bilan ham belgilanadi. Bo'g'in tanaga qanchalik yaqin bo'lsa, uning inersiyasi shunchalik kam va u, gavda orqasidan shunchalik tez ergashadi. Erkin oyoqning soni hammasidan avval oldinga qarab siljiydi,

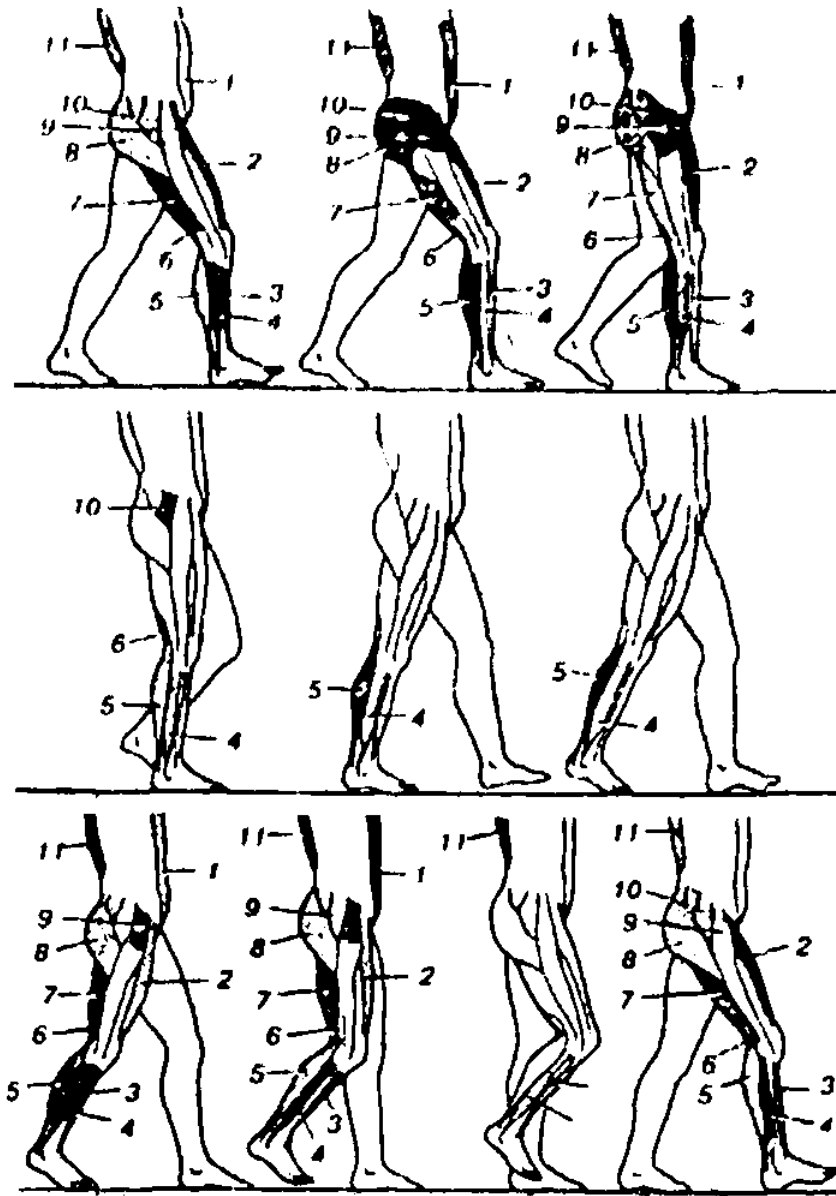
chunki u, tosga eng yaqin joylashgan. Boldir tosdan uzoqroq bo'lgani uchun kech qoladi, bu, oyoqni tizza darajasida bukilishiga olib keladi. Xuddi shunday, tovonni boldirdan kech qolishi, boldir-oshiq bo'g'imida bukilishiga olib keladi (rasm 7.15 ga qarang).

Yurish paytida mushaklarni ketma-ket ishga jalb qilinishi va ularning qisqarishlarini aniq muvofiqlashtirish odanning MAT va asosan bosh miya katta yarim sharlari po'stlog'i tomonidan amalga oshiriladi. Yurish, asab mexanizmi nuqtai nazaridan avtomatizatsiyalashgan zanjirli refleks ko'rinishida bo'lib, unda harakatning har bir avvalgi elementi bilan birga keluvchi afferent impulsatsiya, keyingi harakat elementini boshlash uchun signal bo'lib xizmat qiladi.

Yurishning funksional tahlili. Yurish - bu, murakkab siklik lokomotor harakat bo'lib, uning asosiy elementlaridan biri qadam hisoblanadi (rasm 7.16).

Yurish paytida, xuddi boshqa lokomotor harakatlar paytidagi kabi, gavdaning fazodagi harakatlari ichki (mushaklarning qisqarishi) va tashqi (gavda massasi, tayanch yuzaning qarshiligi va b.) kuchlarning o'zaro ta'siri tufayli sodir bo'ladi. O'ng va chap oyoq amalga oshiradigan har bir qadamda tayanch davri va siltash davri farqlanadi. Yugurish va sakrash bilan taqqoslaganda, yurishning barcha turlarini o'ziga xos xususiyati - bitta oyoqning (bir oyoqqa tayanish davri) yoki ikkala oyoqning (ikki oyoqqa tayanish davri) doimiy tayanch holati hisoblanadi. Ushbu davrlarning nisbati, odatda 4:1 teng. Tayanch davri ham, siltanish davri ham asosiy ikkita fazaga bo'linishi mumkin, ya'ni: tayanch davri vertikal moment bilan ajratilgan oldingi depsinish va ketingi depsinish fazalariga; siltanish davri esa - oralig'ida vertikal moment bo'lgan ketingi qadam va oldingi qadam fazalariga bo'linadi.

Oldingi depsinish fazasi. Oldinga qadam bosishning yakuniy fazasidan so'ng tovonni erga qo'yish boshlanadi, bunda, tizza bo'g'inlari deyarli to'g'rilangan, lekin mustahkam qo'yilmagan va son egilgan, salgina chetga tortilgan va tashqariga aylangan holatda bo'ladi.



Rasm 7.16. Oddiy yurish paytida, qo'sh qadam davrida gavda va oyoqlar mushagining qisqarishlari (V.S.Gurfinkel bo'yicha)

Qora rang bilan maksimal qisqarish, ikkita shtrix bilan - kuchli qisqarish, bitta shtrix bilan - o'rtacha qisqarish, nuqtalar bilan - kuchsiz qisqarish, oq rang bilan mushakning bo'shashishi ko'rsatilgan: 1-qorinning to'g'ri mushagi; 2-sonning to'g'ri mushagi; 3-oldingi katta boldir mushak; 4- uzun kichik boldir mushak; 5-boldir mushak; 6-yarim pay mushak; 7-sonning ikkiboshli mushagi; 8-katta dumba mushagi; 9-keng fassiyani tortib turuvchi mushak; 10-o'rtacha dumba mushagi; 11-dumg'aza-qirrali mushak

Oyoqni erga bosish tovonni tayanch yuzaga qo'yish bilan boshlanadi, undan keyin esa, ikkita ko'chish boshlanadi: tovonidan oyoqning uchiga, tashqi qismidan ichki qismiga ko'chish boshlanadi. Ushbu ko'chish: gavdaning og'irlik kuchi ta'siri ostida va kalta kichik boldir mushakning ketma-ket ishga tushishi ta'siri ostida sodir bo'ladi.

Ushbu kichik boldir mushak oyoq tagining chekkasini tashqi tomonga ko'taradi, keyin esa - oyoq tagida uzunasiga yotgan dugni (qubbani) ushlab turuvchi kichik boldir, ketingi katta boldir, bosh barmoqni bukuvchi va barmoqlarni bukuvchi uzun mushaklarni ko'taradi. Oyoq tagining bunday harakatlari ikki xil mohiyatga ega: gavdani siljitishda ishtirok etuvchi boldirning ketingi bo'limi mushaklarining cho'zilishi va qadam uzunligining kattalashuvi. Tayanishning boshlang'ich davrida tovonning bo'g'imlari va tizzaning biriktirilmagan bo'g'imi tomonidan bajariladigan resor funksiya katta ahamiyatga ega bo'ladi. Keyinchalik, gavdaning og'irligi va inersiyasi ta'siri ostida, oyoq tizza bo'g'imi darajasida birmuncha bukiladi va boldir-oshiq bo'g'imda rostlanadi. Bu holat boldirning ketingi bo'limi mushaklari va to'rtboshli mushak ishining bo'sh kelishi paytida sodir bo'ladi va oyoqlarning bufer xususiyatlari yanada ortadi.

Vertikal moment. Vertikal moment boshlanishi paytida oyoq rostlanadi va son mushaklarining ko'pchiligini qisqarishi hisobiga hamda qisman og'irlik kuchining ta'siri ostida bosiladi. Bu vaqtda, tovon erga oyoq kaftining ostki qismi bilan to'liq tayanadi, uning mushaklarini ko'pchiligi o'zining qisqarishi bilan gumbazlarning saqlanishiga ko'maklashadi va gavda muvozanatini ushlab turish funksiyasida ishtirok etadi.

Gavdani ketingi depsinish fazasi (tayanch yuzadan depsinish). Shu munosabat, er bilan kontakt qiluvchi oyoq, o'zining barcha bo'g'imlarida rostlanish hisobiga uzunlashadi. Tos-son bo'g'imida, birmuncha chetga og'ish yana sodir bo'ladi, lekin oldingi depsinishdan farqli ravishda, sonning uncha katta bo'lmagan burilishi (ichkari tomonga) kuzatiladi. Ushbu fazada, to'rtboshli, yarimpayli, yarimpardali mushaklar, ikkiboshli mushakning uzun boshchasi va asosan dumba mushaklari etakchi rol o'ynaydi.

Ketingi qadam fazasi. Ushbu fazaning boshlanishida (bevosita ketingi depsinish tugagandan so'ng) siltanadigan oyoq rostlanayotgan, birmuncha yonga burilgan va ichki tomonga qiyshaygan holatda bo'ladi, bu, tosni gavda bilan birga qarama-qarshi tomonga burilishiga olib keladi. Ushbu holatdan qadam bosayotgan oyoq tos-son va tizza bo'g'imlarida bukila boshlaydi, bu bukilish, uni ozgina tashqi tomonga burilishi bilan to'ldiriladiki, u tosni siltanayotgan oyoq tomoniga aylanishi bilan bog'liq. Bu vaqtda,

asosiy yuklanish yonbosh-bel, yaqinlashtiruvchi, sonning ketingi bo'limi mushaklariga va qisman tovonni rostlovchi mushaklarga tushadi.

Vertikal moment. Bunda, siltanayotgan oyoq tos-son bo'g'imida to'g'rilangan bo'ladi va tizza bo'g'imida (boshqa fazalarga nisbatan) maksimal bukilish darajasig etadi. Sonning ketingi bo'limi mushaklari asosan qisqargan bo'ladi.

Oldingi qadam fazasida sonning ketingi bo'limi mushaklari bo'shashadi va inersiya kuchi hamda to'rtboshli mushakning qisqa muddatli ballistik qisqarishi tufayli boldir oldinga tashlanadi. Shundan keyin, harakatlarning yangi sikli boshlanadi.

Yurish paytida gavdaning og'irlik markazi (OM) intiluvchi (oldinga) harakatlar bilan birgalikda, yon tomonga va vertikal yo'nalishdagi harakatlarni ham amalga oshiradi (rasm 7.18 a). Vertikal yo'nalishdagi harakatda siltanish (yuqoriga va pastga) 4 sm kattalikka etadi (voyaga etgan odamda), bunda tana, bitta oyoq to'liq tayanganda, ikkinchisi esa oldinga intilganda eng ko'p pastga qarab tushiriladi. Og'irlik markazining yon tomonlarga harakatlanishi (bir tomondan ikkinchi tomonga og'ishi) 2 sm gacha etadi.

Gavda umumiy og'irlik markazining har tomonga qarab tebranishi, gavdaning barcha massasini tayanch oyoqqa yuklanishi bilan bog'liq. Shu tufayli, gavda umumiy og'irlik markazining traektoriyasi, bevosita tayanch yuzaning ustidan o'tadi. Yurish qanchalik tez bo'lsa, ushbu tebranma harakatlar kam bo'ladi, bu holat, gavda inersiyasining ta'siri bilan tushuntiriladi.

Qadamning kattaligi o'rtacha 66 sm deb qabul qilingan, tinch holatda yurilganda, uning muddati 0,6 soniya atrofida davom etadi.

Yurish paytida oyoqlarning mushaklaridan tashqari tana, bo'yin va qo'llarning deyarli barcha mushaklari ishga jalb qilinadi.

Yurish paytida sodir bo'ladigan, turli mushaklar guruhlarining cho'zilishi, qisqarishi va bo'shashishi holatlarini ketma-ket kelishi munosabati bilan, barcha mushak tizimiga tushadigan katta yuklama, odatda yorqin ifodalangan charchash holatiga olib kelmaydi. Bu holat, butun gavdaning ritmik harakatlari o'pkani normal ventillyatsiyasini va barcha a'zolar hamda MAT ni qon bilan ta'minlanishini yaxshilanishi bilan ko'proq tushuntiriladi. Shunday qilib, yurish - bu, jismoniy trenirovkaning eng yaxshi turi.

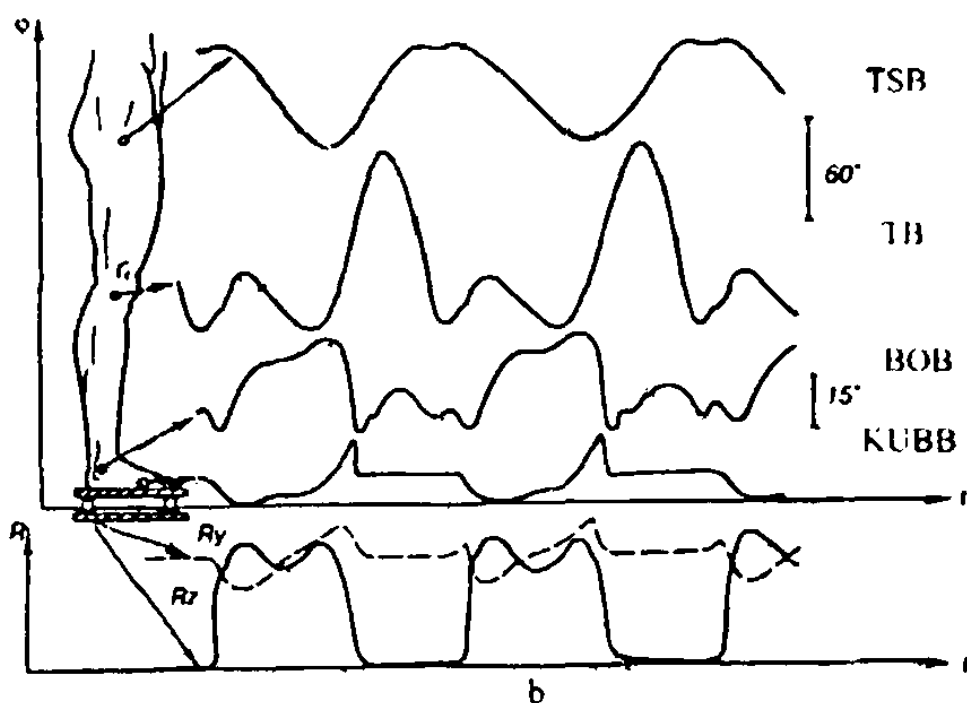
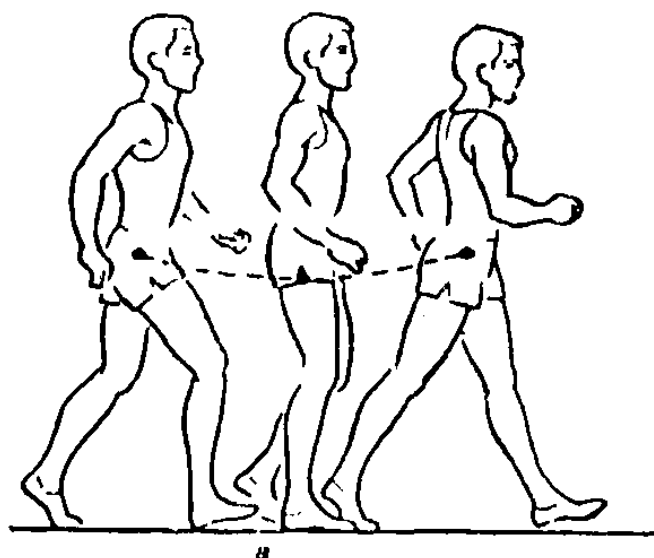
Odamning kinematik va dinamik tavsiflarini oyoqlar yondosh segmentlarining bo'ylama o'qlari o'rtasida o'lchash mumkin (bo'g'imlararo burchaklar). Normal holatda yurish paytida tos-son bo'g'imida (TSB), tizza bo'g'imida (TB), boldir-oshiq bo'g'imida (BOB) va kaft usti-barmoq bo'g'imida (KUBB) bo'g'inlararo burchaklarning grafigi 7.17-rasmda keltirilgan.

Ushbu burchaklar grafiklarining (angoulogrammalar) xarakterli xususiyati ular davriyligining stabilligi hisoblanadi. Har bir odamlarda, faqat davrning o'tish muddati va burchakning o'zgarish diapazoni (amplitudasi) o'zgaradi. Ushbu amplitudalar normada TSBda - 26-30°, TBda qadamning tayanch davrida - 12-15°, o'tkazish davrida - 55-62°, BOBda oyoq kaftining ostki qismini bukish 17-20°ga, orqaga bukish - 8-10°ga teng. KUBBda oyoqni ko'tarib o'tkazish paytida har doim ham orqaga bukish mavjud (10-12°), tayanch paytida, avvaliga 0° gacha to'g'rilanish, ketingi depsinish paytida esa (tayanch oyoqning ketingi depsinishidan gavda ilgariga qarab intiladi), KUBBda 10-12° gacha yana bukilish sodir bo'ladi.

Odam yurishi paytida tayanch yuza bilan o'zaro hamkorlik qiladi, bunda kuch omillari paydo bo'ladi. Bu omillar, tayanch reaksiyalari kuchlarining bosh vektori va bosh momenti deb nomlanadi.

Normada, erkin tempda yurish paytida, tayanch reaksiyasining bosh vektorini vertikal va bo'ylama tashkil qiluvchilarining tipik grafiklari 7.17-rasmda keltirilgan. Tayanch reaksiyasi bosh vektorini vertikal tashkil qiluvchisining grafigi uchun ikkita cho'qqining mavjudligi xarakterlidir, ularning biri oldingi (tovonga tayanish) va ikkinchisi ketingi depsinishlarga (tovonning oldingi bo'limi bilan depsinish) mos keladi. Ushbu cho'qqilarning amplitudalari odamning massasidan ortiq va 1,1 - 1,25 R ga etadi (R - odam massasi).

Tayanch reaksiyalari kuchlarining bosh vektorini bo'ylama tashkil qiluvchisi ham turli belgilarining ikkita cho'qqisiga ega: birinchisi, oldingi itarishga mos bo'lib, ketinga tomon yo'nalgan. Bu, aynan shunday bo'lishi kerak, chunki odam, tayanch oyog'i bilan depsinar ekan, butun gavdasi bilan oldinga qarab intiladi. Tayanch reaksiyaning bosh vektorini bo'ylama tashkil qiluvchisi maksimum 0,25 R ga etadi.

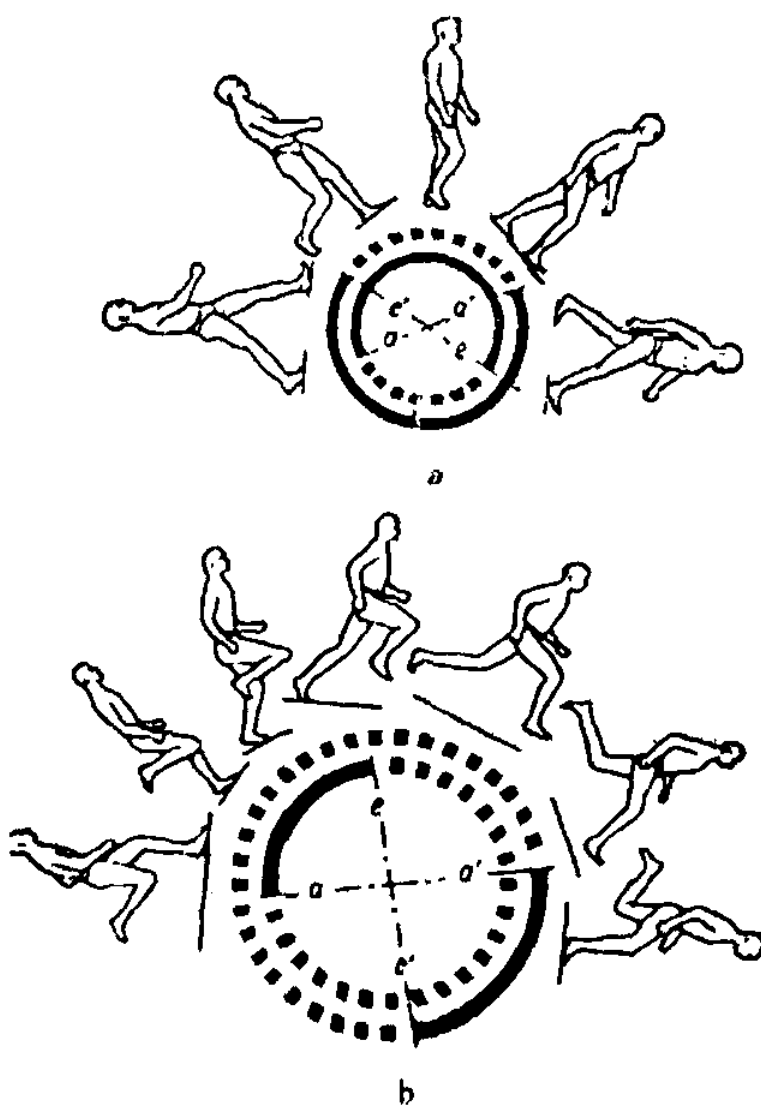


Rasm 7.17. Oddiy yurish paytida gavda umumiy og'irlik markazining siljishlari (a). Normal holatda yurganda bo'g'inlararo burchaklarning va tayanch reaksiyalarining grafiklari (b): TSB, TB, BOB, KUBB - mos ravishda: tos-son bo'g'imlari, tizza bo'g'imlari, boldir-oshiq bo'g'imlar, kaft usti-barmoq bo'g'imlar: R_z , R_y - tayanch reaksiyalarning vertikal va bo'ylama komponentlari.

Tayanch reaksiyaning bosh vektorini tashkil qiluvchilaridan yana bittasi - bu, ko'ndalang tashkil qiluvchidir. U, bir oyoqdan ikkinchisiga bosib o'tish paytida paydo bo'ladi va uning maksimumi odam massasidan 8-10 % ga etadi.

Qadamning vaqt bo'yicha tuzilmasi. Odam lokomotsiyalari - davriy jarayon bo'lib, unda taxminan bir xil vaqt oraliqlarida gavdaning o'xshash holatlari qaytariladi. Ushbu holatdan, uni yana qaytarilishigacha o'tgan eng kam vaqt sikl vaqti hisoblanadi. Yurish va yugurish paytidagi vaqt siklini bosilgan qadamlarning soni bo'yicha "qo'sh qadam vaqti" deb aytiladi. Har bir oyoq o'zining siklik harakatlanishida yo tayanchda bo'ladi, yoki yangi tayanch joyiga ko'chib o'tadi (rasm 7.18 a,b).

Yugurish paytida tayanch momenti ko'chib o'tish momentidan kichkina bo'ladi, tayanch ustidan erkin uchib o'tish kuzatiladi (rasm 7.18 b ga qarang).



Rasm 7.18. Yakka qadam davrida yurish (a) va yugurish (b) kino-grammalari va qo'sh qadam vaqtining diagrammalari (E. Muybriage, 1887; D.A. Semenov, 1939 bo'yicha) a - oyoq tayanchining boshlanishi; e - tugashi, a va e - chap, a' va e' - o'ng oyoq, ae - chap oyoqning tayanch vaqti, a'e' - o'ng oyoqning tayanch vaqti; yuqorida ae' va a'e' - yurish paytida qo'sh tayanchlar vaqti, pastda e'a va e'a' - yugurish paytidagi uchish vaqti. Uzluksiz chiziq - tayanch, shtrixli chiziq - oyoqni ko'tarib o'tish.

7.5. Tashqi kuchlar va tayanch reaksiyasining kuchlari

Yurayotgan yoki yugurayotgan odamning gavdasiga, atmosferaning aerodinamik qarshilik kuchlari, tayanch reaksiyalari kuchlari ta'sir ko'rsatadi.

Aerodinamik kuchlar gavda yuzasi bo'ylab taqsimlangan va tana yuzasining frontal proeksiyasi maydoniga va harakat tezligining kvadratiga taxminan proporsional ravishda ortadi.

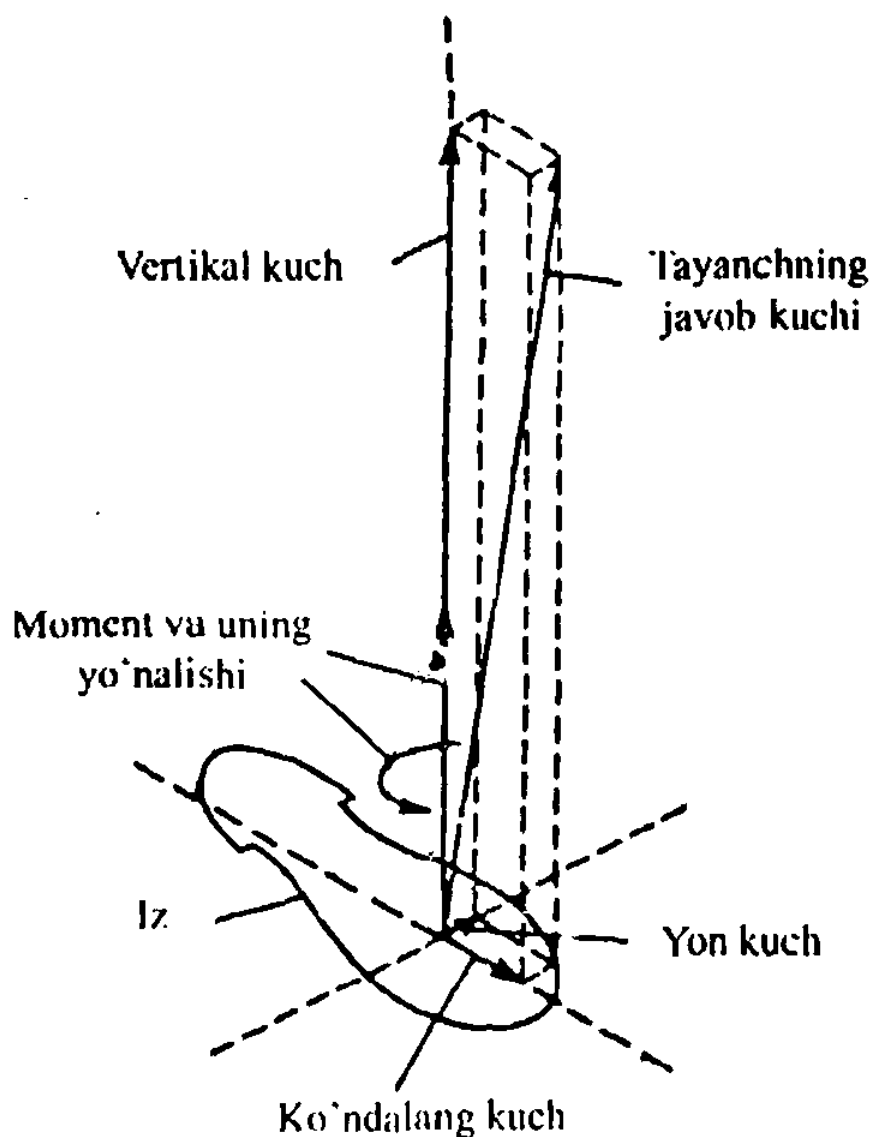
Eng katta kuchlardan biri, odamning tovonlariga ta'sir qiluvchi tayanch yuzasi reaksiyasining kuchi hisoblanadi. D'Alambertning kinetostatik tamoyiliga ko'ra, bu kuchlar, aerodinamik qarshilik kuchlariga, gavda qismlarining og'irligiga va gavda qismlarining harakatlanishi tezliklarini o'zgarishi oqibatida unda yuzaga keladigan inersiya kuchlariga teng va qarama-qarshidir. Shuning uchun, tayanch reaksiyalarining kattaliklari, lokomotsiya paytida organizmga bir vaqtda barcha kuchlarning ta'sir qilishini ko'rsatuvchi o'ziga xos indikator bo'lib xizmat qilishi mumkin.

Tayanch vaqti davomida, odam gavdasi, mushaklarning faol harakatlanishi natijasi hisoblangan - zaruriy impulsni oladi.

Tayanch reaksiyalari, tovon va tayanch yuzasi o'rtasida kontaktning nisbatan katta bo'lmagan maydonida notekis taqsimlangan. Ushbu taqsimlanish tayanch vaqti davomida o'zgaradi: avvaliga bosim tovonida hosil qilinadi, keyin tovon to'liq tayanchga qo'yilganda bosim kaft usti suyaklarda paydo bo'ladi (rasm 7.19 ga qarang) va bu erda, tayanchdan turib depsinish lahzasida bosim maksimal kattalikka erishadi. Lokomotsiyalar tempini, lokomotsiyalar turini (yugurish, sakrash, yurish va h.k.) o'zgarishi paytida tovoniga bosish maksimumining joylashgan holati o'zgaradi. Ko'pchilik holatlarda, ushbu maksimum, tovonning o'rtasida kaft usti suyaklar sohasida joylashadi (rasm 7.18 ga qarang).

Mexanikaning qoidalariga ko'ra, tovon va tayanch o'rtasidagi kuchlar ta'siri, kuchning bitta teng ta'sir qiluvchi vektori va kuch momentining bitta teng ta'sir qiluvchi vektori bilan namoyon bo'lishi mumkin (rasm 7.18 ga qarang). Tayanch yuzasi bilan bir xil darajada o'rnatilgan dinamometrik platforma yordamida o'lchash paytida, ushbu

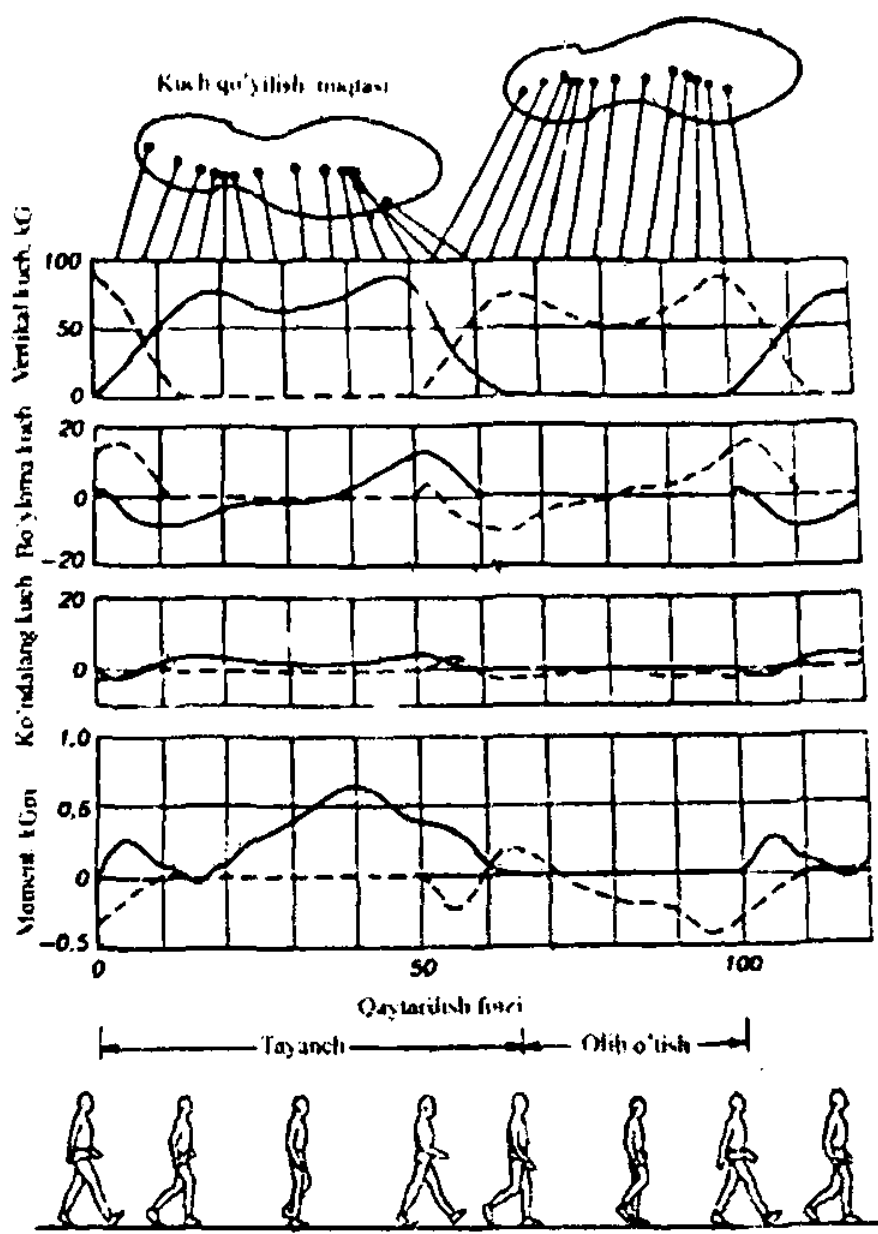
ikkita vektorning oltita ekvivalent komponentlari yozib olinadi. Ulardan uchta komponenti teng ta'sir qiluvchi kuch vektori proeksiyalari hisoblanadi: vertikal kuch - bu, platforma yuzasiga "normada" proeksiyalanish (gravitatsion vertikal bilan mos keladi), bo'ylama va yon kuchlar - bu, gorizontal tekislikda joylashgan proeksiyalar bo'lib, bo'ylamasi harakat yo'nalishi bo'yicha va yon kuchlari gavda harakatlanishi yo'nalishiga perpendikulyar (rasm 7.19).



Rasm 7.19. Yurish paytida yakka qadam qo'yish vaqtidagi tayanch reaksiyasining o'zgarishi (H.D. Eberhart, V. Inman, 1951; H.D. Eberhartetal, 1954 bo'yicha)

Qolgan uchta komponentlar - bu, kuch momentining teng ta'sir ko'rsatuvchi vektorining aynan shu yo'nalishlarga proeksiyasi. Kuch momentining bo'ylama va yon komponentlari faqat vertikal kuch kattaligiga va ushbu kuchni dinamometrik platforma tekisligida qo'yish mumkin bo'lgan nuqtasi koordinatalarining qiymatiga bog'liqligi

tufayli, ko'rsatilgan moment komponentlarini nolga tenglashtirib, vertikal kuchni qo'yish nuqtasining ikkita koordinatalarini hisoblab topish uchun tenglama topiladi.



Rasm 7.20. Yurish paytidagi yakka qadam vaqtida tayanch reaksiyasining o'zgarishi (H.D. Eberhart, V. Inman, 1951; H.D. Eberhart et al., 1954 bo'yicha)

Yurish paytida, tayanch reaksiyasi komponentlarining grafiklari ikkita maksimumga ega (rasm 7.20). Birinchi maksimum gavdani oldinga qarab yiqilishining oldini oladi (ushlab turadi) va taxminan, qarama-qarshi oyoqning uchidan depsinishning oxirida tayanch joyida paydo bo'ladi. Tayanch reaksiyasining kuchi tormozlovchi oyoqning tovoniga qo'yilgan va yuqoriga-orqaga yo'naltirilgan va salgina tovonning ichiga yo'naltirilgan. Tovonga tayangan vaqtdagi kuch momentlari nisbatan katta emas, uning ta'sir yo'nalishi esa noaniq ifodalangan. Tayanch reaksiyalari komponentlarining

grafiklarida ikkinchi maksimum (ketingi deqsinish deb nomlangan), oyoqning tayanch fazasini tugashining yakunida, taxminan, tayanchni qarama-qarshi oyoqqa o'tkazishni boshlanishidan oldin paydo bo'ladi. Ketingi deqsinish paytida tayanch reaksiyasi kaft usti-barmoq bo'g'imlar sohasiga qo'yilgan va yuqoriga-oldinga va salgina tovon ichiga yo'nalgan. Ushbu kuch, gavda inersiyasini va og'irligini engib, gavdani harakatlanish yo'nalishida tezlatadi hamda tayanchi tovoniga qo'yiladigan qarama-qarshi oyoq tomonga yonbosh harakatlanishga ko'maklashadi.

Tayanch reaksiyalari kattaliklarining o'zgarishlaridagi asosiy maksimumlar o'rtasida pauza mavjud. Bu vaqtda, tovon to'liq tayanchda turadi va vertikal moment deb nomlangan bir muncha vaqt momentida gavda turgan tovonning ustida joylashadi, ko'tarib o'tkaziluvchi oyoq esa, tayanchning yonidan o'tadi. Tayanch reaksiyasining kuchi tovon o'rtasining yaqinida o'rnatiladi va vertikal ravishda yuqoriga yo'naltirilgan. Tayanch reaksiyasining kuch momenti tovonni oyoqning uchi bilan tashqari tomonga burilishiga qarshilik ko'rsatadi.

Yonbosh kuchning va kuch momentining uncha katta bo'lmagan kattaliklari belgilangan. Bu holat, lokomotsiyalar ko'proq sagittal tekislikda amalga oshishi, uncha katta bo'lmagan yonbosh kuchlar esa, gavdani sagittal yo'nalishdan uncha katta bo'lmagan og'ishlarni kompensatsiya qilishga intilishi tufayli paydo bo'lishi bilan bog'liq.

Gavda umumiy og'irlik markazining (UOM) harakatlanishi va gavdaning umuman harakatlari. Tayanch reaksiyasi kuchining komponentlari lokomotsiyalar paytida UOM ning harakatlanishi bilan bog'liq. Agar, uncha katta bo'lmagan aerodinamik qarshilik e'tiborga olinmasa, D'Alambertning tamoyilidan quyidagi kelib chiqadi: o'ng va chap oyoqlar tovonlaridagi tayanch reaksiyaning teng ta'sir qiluvchi kuchlari vektorining F_{ni} , F_{ni} komponentlari gavdaning W_i og'irlik markazini tezlanishiga quyidagicha bog'liq: $m W_i = F_{ni} + F_{ni} - G_i$, ($i = 1,2,3$), bunda m - massa va G - gavda og'irligi.

Ushbu bog'liqlikdan, xususan, lokomotsiyalar paytida vertikal kuchning qandaydir umumiy xususiyatlarini chiqarish mumkin. Yakka qadamni, vaqt bo'yicha bir marta integratsiya qilingandan keyin, kuch impulslarini gravitatsion vertikalda proeksiyasi uchun tenglama hosil qilamiz:

$$m \cdot [v(2) - v(1)] = \int_{t(1)}^{t(2)} [F_{o3}(t) + F_{a3}(t)] dt - \underline{G}$$

Bunda, $v(1)$ $v(2)$ - gavda umumiy og'irlik markazining vertikal tezligi, yakka qadam vaqtining mos ravishda boshlanishida $t(1)$ va yakunida $t(2)$; $F_{o3}(t)$ va $F_{a3}(t)$ - o'ng va chap oyoq tomonidan t - vaqt momentidagi vertikal kuchlar.

Yakka qadam paytida $v(1)$ $v(2)$ ga teng (qadam vaqtining variatsiyasigacha yoki og'irlik markazining tezligigacha bo'lgan aniqlikda) bo'lganligi tufayli, quyidagicha yozish mumkin:

$$\frac{1}{t(2) - t(1)} \int_{t(1)}^{t(2)} [F_{o3}(t) + F_{a3}(t)] dt = G.$$

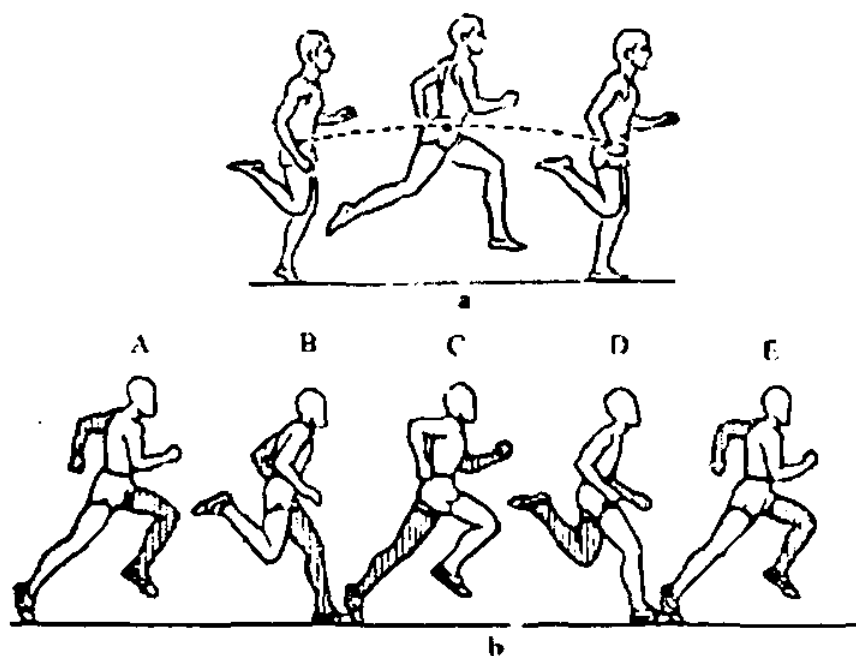
Yakka qadam paytida, vertikal kuchlarning vaqt bo'yicha o'rtacha qiymati gavdaning og'irligiga teng ekanligi aniqlangan va bu jismonan ko'rinib turibdi, aks holda gavda yo tushib ketar edi yoki ko'tarilib ketar edi. Xuddi shunday, bo'ylama va yon kuchlarning hamda tayanch reaksiyasi kuchlari momentining o'rtacha qiymatlari taxminan nolga tengligi aniqlangan.

Agarda, yugurish paytida vertikal kuchning bitta cho'qqilik, uchburchakka o'xshash xarakterdagi o'zgarishlari va o'chish fazasi hisobga olinsa, odamning lokomotsiyalari paytida vertikal kuch kattaligini baholash uchun quyidagi orientirlovchi qoidani olish mumkin: yurish paytida $F_v < 2G$, yugurish paytida $F_v > 2G$. Ta'sir qilayotgan kuchlar uchun dastlabki bog'liqlikni ikki karra integratsiyalash, vaqt bo'yicha, gavdaning umumiy og'irlik markazini fazoda harakatlanish kattaliklarini aniq qiymatlarini beradi. Ushbu tajribalar yurish va yugurish paytida bir qator tatqiqotchilar tomonidan amalga oshirilgan.

Ko'pchilik mualliflarning tatqiqotlari shuni ko'rsatadiki, og'irlik markazi yarim ellips kesimga ega nov ichidagi soqqa kabi siljiydi (soqqa, vertikal momentda novning o'ng yoki chap devorida eng yuqori holatni egallaydi va ikki karra tayanch vaqtida novning tagida eng quyi holatni egallaydi). Og'irlik markazi siljishining egri chizig'i sinusoidni eslatadi, uning amplitudasi 4 dan 6 sm gacha bo'ladi.

Yugurish paytida og'irlik markazi xuddi to'ntarilgan novning devori bo'ylab siljiyotganday va tayanch vaqtida o'zining eng past holatini va gavdaning erkin uchish

vaqti o'rtasida eng yuqori holatni egallaydi (rasm 7.21). Yon tomondagi proeksiyada og'irlik markazi siljishlarining egri chizig'i, xuddi yurish paytidagi kabi, sinusoidni eslatadi. Lekin uning amplitudasi, lokomotsiyalar paytida tayanch reaksiyalarining kattaligi uchun orientirlanish qoidasidan kelib chiqqan holda, yurish paytidagidan katta va taxminan 10-12 sm ni tashkil qiladi (D.A. Semenov, 1939; N.A. Bernshteyn va b., 1940; J. Saunders et al., 1953).



Rasm 7.21. Yugurish paytida (a) gavda umumiy og'irlik markazining siljishlari. Yugurish sikllari (b)

Shuni aytish kerakki, gavdaning UOM harakatlanishini tatqiq qilish, ayrim hollarda, sog'lom odamlarda yurishning uncha katta bo'lmagan asimmetriyasini aniqlaydi, ushbu asimmetriya kasal odamlarda keskin ortadi (J.Gersten et al., 1969).

Gavda UOM harakatlanish traektoriyasining davriyligi nafaqat siklning vaqti bilan xarakterlanadi, balki lokomotor sikl vaqtida va xususan juft qadam vaqtida og'irlik markazini fazoda siljiydigan masofasi bilan ham xarakterlanadi.

Ixnografik usul bilan, yurish paytida izlar yo'lakchasidagi tovonning izlari yugurish paytidagidan o'zgacha joylashishi aniqlangan (D.A. Semenov, 1939; D.P. Roche, 1972). Normal yurish paytida tovon tayanch holatiga tovonni qo'yish bilan kiradi, lekin yugurish paytida tovonni bunday qo'yish tezlik uncha katta bo'lmaganda kuzatiladi. Buni, qari odamning yugurishi paytida ko'rish mumkin. Tez yugurish paytida,

odatda, odam oyog'ining barmoqlari bilan tayanadi (erdan deysinadi) (rasm 7.2 qarang). Yugurish paytida oyoqning izlari o'rta chiziqqa yaqinroq yotadi (joylash-tovonning burilishi esa, yurish paytidagidan farqli ravishda, deyarli bo'lmaydi).

Yurish paytida qadamning uzunligi ko'p sabablarga bog'liq, eng ahamiyatli, oyoqlarning uzun (yoki odam bo'yining uzun) bo'lishi, tos-son va boldir-oshiq bo'g'imlarning harakatchanligi (amplitudasi) hisoblanadi. Oyoqlarni keng qo'yish va oyoq uchlarini kuchli burish qadam uzunligini kamaytiradi (D.A. Semenov, 1939). Yakka qadamning uzunligi taxminan 0,5 dan 1 m gacha o'zgaradi va qulay tempda yurish paytida 0,7- 0,8 m ni tashkil qiladi (R. Drillis, 1951; M.P. Murray et al., 1964; K. Chatinier et al., 1970). Yurish tempining oshishi bilan qadamning uzunligi avvaliga ortadi (minutiga 150 qadam qo'yish tempida taxminan 0,9 m gacha), keyinchalik esa birmuncha kamayadi (D.A. Semenov, 1939).

Mavjud ma'lumotlarga ko'ra, yurish paytida qadamning chastotasi va uzunligi o'rtasida bevosita bog'liqlik mavjud.

Tempni oshirish bilan yugurish paytida qadamning uzunligi kam miqdorda oshadi: erkaklarda o'rtacha 2 dan 2,2 m gacha va oyoqlarda - o'rtacha 1,7 dan 1,9 m gacha (D.A. Semenov, 1939).

Odam yakka qadamining L uzunligi, n tempi va ilgari qarab harakatlanishining v o'rtacha tezligi o'rtasidagi tabiiy bog'liqlik $v=Ln$ formula hisoblanadi.

Ko'p hollarda, odam harakatlanishining o'rtacha tezligi 1, 2 - 1,6 m/s atrofida bo'ladi (R. Drillis, 1951; K. Chatinier et al., 1970), uning kattaligi, organizmda energiya sarflanishini tahlil qilish natijasida belgilanadigan eng tejamli yurishning tezligiga yaqin. Odamning jismoniy imkoniyatlari yugurish paytida 10-12 m/s maksimal tezlikka erishish imkoniyatini beradi.

7.6. Yugurish biomexanikasi (biodinamikasi)

Yugurish - harakatlanish usuli bo'lib, unda bitta oyoqning tayanch fazasi ikkala oyoq havoda bo'lganda uchishning tayanchsiz fazasi bilan o'rin almashadi (rasm 7.18, b 7.21).

Yugurishning vaqt fazalari (A)

Kinematografik usul bilan yugurish fazalari, yoki oyoqlarning bittasini erga tegishi bilan boshlanadigan va shu oyoq yana erga tekkunga qadar davom etadigan harakatlar sikli aniqlangan (rasm 7.21 ga qarang). Har bir sikl, bitta oyoqqa tayanch fazasini va gavda ushbu oyoqqa suyanmagan paytda siltanish fazasini (ya'ni, oyoqni oldinga qaytishini) o'z ichiga oladi.

To'liq harakatlanish sikli 7.21, b - rasmda ko'rsatilgan. U, o'ng oyoq bilan depsinish momentida (*A*) boshlanadi va chap oyoq yana erdan uzilayotgan holatda (*E*) tugaydi. Oyoqni qo'yish va depsinish momenti yugurish siklining turli fazalarini ajratishi uchun ishlatiladi.

Mo'tadil tezliklarda yugurganda oyoqni siltanish vaqti tayanch vaqtiga nisbatan taxminan uch marta uzoq o'tadi (C.J. Dillman, 1970; D. Slocum, S.L. Jeams, 1968). Oldinga qaytish fazasi davomida gavda hali havoda bo'lganda ikkita davr mavjud: biri - ushbu oyoqni bevosita erdan uzish davri; ikkinchisi - qarama-qarshi oyoqni erdan uzish orqasidan keladigan davr.

Tayanch davri (B). Gavda ilgariga qarab harakatlanishida davom etadigan tayanch davri (*B* dan to *C* gacha). Tayanch fazasining (*C*) oxirgi bo'g'inida gavda yana ilgariga qarab siljiydi. Ikkinchi tayanchsiz davr, o'ng oyoq erga tekkanda (*D*) tugaydi va undan keyin, gavda tayanch oyoqqa nisbatan, to u erdan depsinguniga qadar buriladi, shu bilan yugurishning yangi siklini boshlab beradi.

Tovonning qaysi qismi birinchi bo'lib erga tegishi yugurish tezligiga bog'liq. Yugurishning kinematografik tahlili shuni ko'rsatadiki, kichik tezliklarda oyoq tayanch holatga tovon bilan yoki butun tovon bilan qo'yiladi, ancha yuqori tezliklarda esa, oyoqni tayanch holatiga qo'yish tovonning lateral tomonidan boshlanadi.

Kinematografik usul bilan aniqlanadigan tayanch oyoq bo'g'imlaridagi harakat shundan dalolat beradiki, tovon er bilan kontakt qilgani zahotiy oyoq tizza bo'g'imida bukilish qisqa muddat vaqt ichida davom etadi, boldir-oshiq bo'g'imda esa orqa tomonga bukilish sodir bo'ladi. Og'irlik markazi tayanch oyoqdan o'zib ketganda va tayanch son vertikal dan oldinga egilganda boldir-oshiq bo'g'im bukiladi, tizza va tos-son bo'g'implarda

esa rostlanish sodir bo'ladi, buning oqibatida og'irlik markazi yuqoriga va oldinga yo'nalishlarda siljiydi.

Tayanch fazasida, oyoqning richag tizimini tayanch nuqtasi bo'lib umurtqa pog'onasining bel bo'limi hisoblanishi qayd qilingan (D.B. Slokum, S.L. Jams, 1968).

Tayanch davri yugurish tezligi oshirilgan paytda ancha kamayadi. Tayanch davrida amortizatsiya va depsinish fazalari ajratiladi. Depsinish fazasida tayanch oyoqning bo'g'imlari rostlanadi. Yugurish paytida gavdaning vertikal tebranishlari aniqlangan bo'lib, ular to'lqinsimon xarakterga ega (bosh, tos, og'irlik markazining harakatlanishi bo'yicha).

Tayanch davrida og'irlik markazining pastga tushishi, depsinish fazasida esa ko'tarilishi qayd qilingan. Tayanch davri vaqtida vertikal pasayish, uchish fazasidagi vertikal tushishdagi kabi katta emas.

Oyoqni siltanish harakati (C). Sprinterchilarning yugurishini tahlil qilish ko'rsatadiki, siltanayotgan oyoq oldinga qarab harakatlanayotganda, tizzani bukish va tovonni ko'tarib o'tish yuguruvchi tomonidan tosga yaqinroq bajariladi. Ikkinchi xarakterli tomoni - tizzani yuqori ko'tarish hisoblanadi: qarama-qarshi tayanch oyoq erdan uzilayotgan lahzada, gavdadan oldinda gorizontol holatgacha buriladi (F.C. Clouse, 1959; J. Ditter, 1962; W.O. Fenn, 1931; D. Slokum. S.L. James, 1968). Son va tos-son bo'g'im orqali o'tkazilgan gorizontol chiziq o'rtasidagi burchak, son gorizontol holatga yaqin ko'tarilganda kichkina bo'lib qoladi.

Yugurish paytida oyoqning harakatlanishini ikkita fazaga ajratish mumkin. Oyoq er bilan kontakt qilgan paytida gavdani ushlab turadi va uni oldinga qarab itaradi. Depsingandan keyin, oyoq tananing orqasidagi holatdan oldindagi holatga harakatlanadi - bu siltanish fazasi (olib o'tish) yoki oyoqning qaytish fazasi.

Tovon erga tekkanda, oyoqning bo'g'imlari (tos-son, tizza, boldir-oshiq) qisqa muddatga bukiladi, erga qo'nayotgan gavdani amortizatsiya qiladi. Gavda etarlicha ilgariga siljiganda, oyoq gavdani yuqoriga va oldinga surib rostlanadi.

Tezlik oshgan paytda, tayanch davri vaqtida tizzani bukish va rostlash faoliyati kamayadi. Yuqori malakali yuguruvchilar tayanch vaqtida tos-son bo'g'imini to'liq va tez rostlaydilar, buni ular tovonni erdan (tayanch nuqtadan, depsinish joyidan) uzilishidan

avvalroq bajarishi aniqlangan. Yuqori malakali sportchi oyog'i bilan maksimal itarilishi vaqtida siltanuvchi oyog'ining tizza bo'g'imini gavdaning yuqori-oldiga chiqaradi.

Siltanish fazasining boshlanishida son, tos-son bo'g'imida tez bukilganda, boldirni tizza bo'g'imida ham tez bukilishi sodir bo'ladi.

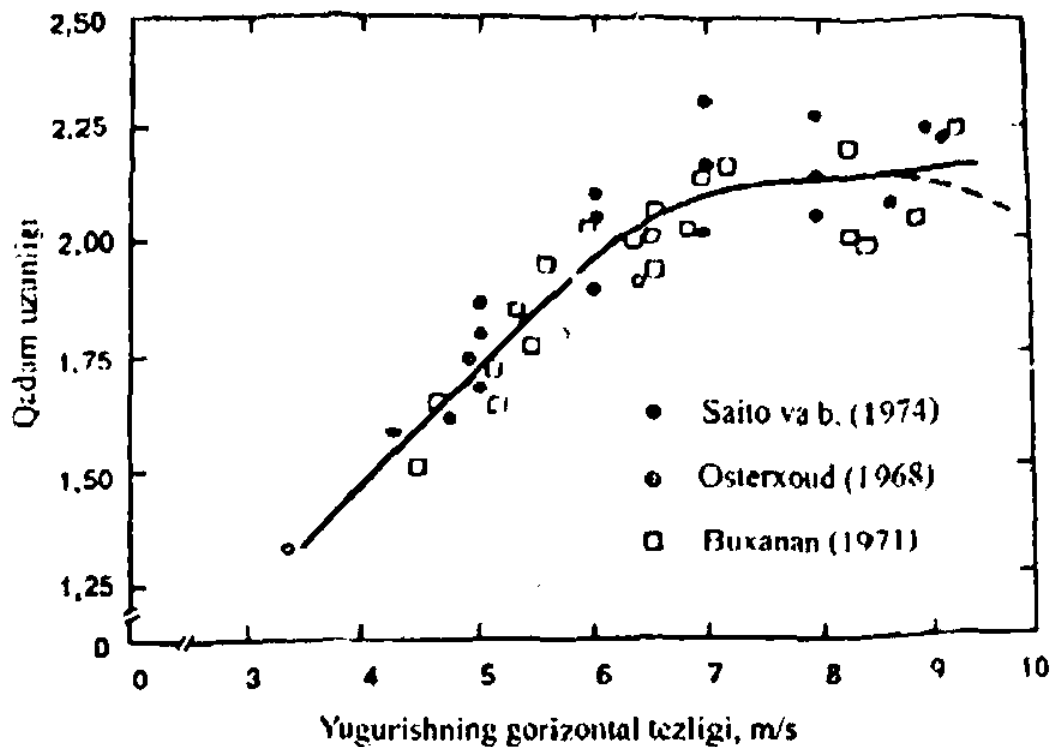
Qadamning uzunligi va chastotasi (D). Yugurish tezligi qadamning uzunligini chastotasiga ko'paytirilganiga teng bo'lganligi sababli, C.J. Dillman (1970) o'ng oyoqni erdan uzilishidan, to chap oyoqni uzilishigacha qadar qadamning uzunligi barcha holatlarda 192 sm dan ortiqligini qayd qilgan.

Yugurish tezligining ortishi bilan qadam chastotasi ortadi va u, distansiyaga yugurish paytidagiga nisbatan boshlang'ich tezlanishining qisqa davrida yuqori bo'ladi. Lekin, qadamning chastotasi va yugurish tezligi o'rtasidagi chiziqli bog'liqlik, taxminan 6,1 m/s tezlikka qadar kuzatilgan, ushbu nuqtadan keyingi tezlikning oshishi qadamning uzunligidan ko'ra, qadamning chastotasi hisobiga ko'proq sodir bo'lgan (W. Fenn, 1930; P. Hogberg, 1952; R. Osterhoudt, 1969).

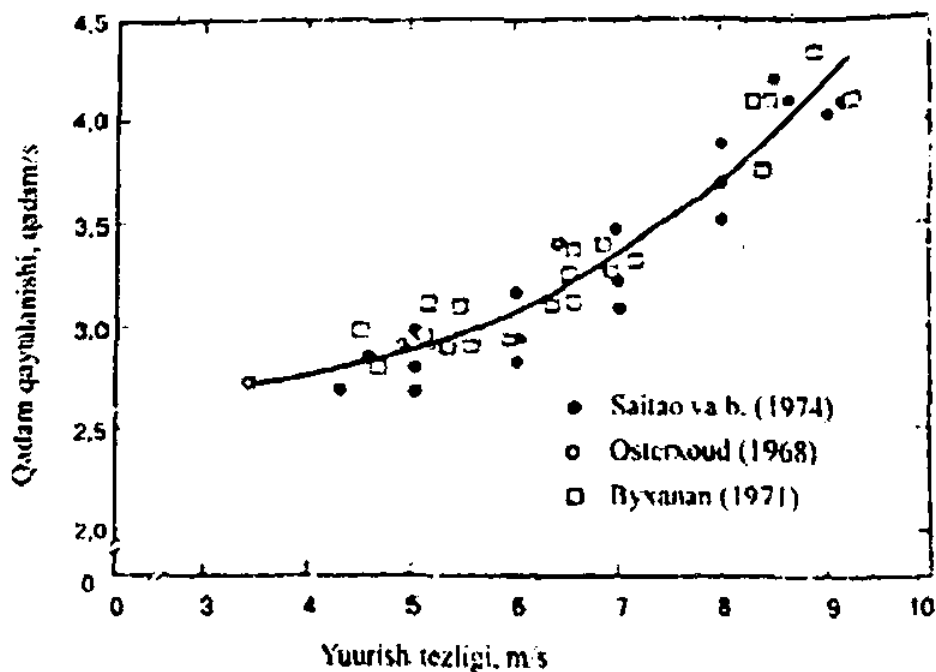
Yuqori klassga mansub sportchilar musobaqalashganda qadam chastotasi sekundiga 4,5-5,0 qadam atrofida o'zgarishini G.H. Dyson (1971) ko'rsatgan.

Yakka qadamning uzunligi va yugurish tezligi o'rtasidagi bog'liqlik 7.22-rasmda ko'rsatilgan. Rasmdagi egri chiziq shuni ko'rsatadiki, past tezliklarda (3,5-6,5 m/s) qadamning uzunligi, amalda tezlik diskret o'sishi bilan birga liniyaviy ortadi. Katta tezliklarda, yuguruvchi yugurish tezligini diskret kattalashtirishi bilan birga, yakka qadamning uzunligi nisbatan kam o'zgaradi, ayrim ma'lumotlarga ko'ra, maksimal tezlik paytida qadam uzunligining uncha katta bo'lmagan kichrayishi kuzatiladi (rasm 7.22 dagi punktir chiziq). Tezlik ortishi bilan yakka qadamlarning chastotasi ortadi. Qadamlar chastotasi va tezlik o'rtasidagi bog'liqlik 7.23-rasmda ko'rsatilgan. Past tezliklar zonasida (3-6 m/s), tezlik diskret ortishi bilan birga qadamlar chastotasining uncha katta bo'lmagan ortishi kuzatiladi. Agar tezlik, mo'tadil tez holatdan maksimal tez holatgacha (6-9 m/s) ortsa, qadamlar chastotasining proporsional katta ortishi kuzatiladi.

Kuzatishlar shuni ko'rsatadiki, bir xil tezlik paytida eng yaxshi yuguruvchi sportchilar eng past qadamlar chastotasiga ega.



Rasm 7.22. Qadamning uzunligi va yugurishning gorizontaal tezligi o'rtasidagi bog'liqlik (M.Saito et al, 1974; C.W.Buchanan, 1971; R.G.Osterhoudt, 1968)



Rasm 7.23. Qadamlar chastotasi va yugurish tezligi o'rtasidagi bog'liqlik (M.Saito et al, 1974; C.W.Buchanan, 1971; R.G.Osterhoudt, 1968)

Og'irlik markazining (OM) vertikal harakatlari (E). Gavdaning OM yugurish paytida to'lqinsimon tebranuvchi egri chiziq bo'ylab harakatlanadi (M.C. Beck, 1966;

F.C. Clause, 1959). Yugurish tezligi ortishi bilan, gavdaning ko'tarilishi kattaligi yoki OM ning vertikal siljishi kichrayadi, gorizontal siljishi bunda ortadi. Oyoq, tayanch fazasida rostlangunga qadar OM yuqoriga siljiydi va maksimal balandlikka, erdan uzilish lahzasida, bevosita undan keyin erishadi. Undan so'ng, OM pastga va oldinga siljiydi, o'zining eng pastki nuqtasiga tayanch oyoq bevosita erga tekkanidan so'ng erishadi (rasm 7.21, a ga qarang). Voyaga etgan erkak sprinterlarda OM ning umumiy ko'tarilishi tayanch vaqtida taxminan 6 sm ga teng ekanligini W.O. Fenn (1930) topgan.

Tananing holati (E). Tananing oldinga qarab og'ishi uni ilgariga ancha kuchli itarishga ko'maklashadi, shu tufayli sprinter sportchilar past kolodkalardan startni boshlaydilar (rasm 7.24). Tanani oldinga qarab og'ishi R. Wickstrom (1970) ning ma'lumotlariga ko'ra bir qator mashhur sportchilarda 12-20° atrofida bo'lib, yanada pasayish an'anaga aylanmoqda.

Start chizig'idan, birinchi 2,3 va 5,5 m masofada eng yaxshi vaqt, mos ravishdagi masofalar eng kichik bo'lganda erishilganini M. Gagnon (1969) aniqlagan. Start pozitsiyasida OM ni start chizig'iga iloji boricha yaqin joylashishi, birinchi 5,5 m masofani bosib o'tish uchun talab qilinadigan vaqt bilan eng yaqindan bog'langan omil hisoblanadi. Kolodkalarining joylashishidagi farqlar birinchi qadamning uzunligiga va muddatiga ta'sir qilishini R.F. Desrochers (1963) va M. Gagnon (1969) aniqlashgan, lekin bu holat, keyingi qadamlarga ta'sir ko'rsatmaydi.



Rasm 7.24. R.Xeyesning pastki starti

Yugurishning kinematik omillari. Yugurish tezligiga ta'sir qiluvchi omillar turli-tumandir. Qisqa masofalarga yugurish paytida startda tezlanish va yugurishning oxiriga qadar maksimal tezlikni ushlab turish muhim hisoblanadi. Uzoq masofalarga yugurish paytida esa, sportchi, masofani to'liq bosib o'tishi uchun etarli energiyani saqlab qolishini ta'minlaydigan tezlikda yugurishi kerak.

Ma'lum bir tezlikda yugurish paytida sportchi ma'lum bir uzunlikni va yakka qadamlar tezligini shunday tanlaydiki, ushbu ikkita kattalikning kombinatsiyasi u xohlagan tezlikni yuzaga keltiradi (belgilaydi). Masalan, sportchi qadamining uzunligi 2 m va qadamlar chastotasi sekundiga 3 qadam bo'lsa, uni bitta qadami uchun o'rtacha tezlik 6 m/s ni tashkil qiladi.

Qadamlarning antropometrik ko'rsatkichlari va uzunligi. Oyoqlarning uzunligi yakka qadamning kattaligiga ancha ta'sir ko'rsatadi. Gavda va oyoqlarning uzunligi hamda, boshqa tomondan, yakka qadam uzunligi o'rtasidagi bog'liqlik ko'rsatkichlari to'g'risidagi ma'lumotlar 7.2 - jadvalda keltirilgan.

Qadam uzunligi va gavda og'irligi o'rtasida 0,20 ga teng bo'lgan past manfiy bog'liqlik mavjudligini K. Rompotti (1956) topgan. Bir tomondan yakka qadam uzunligi va ikkinchi tomondan bo'y va oyoqlarning uzunligi o'rtasida bog'liqlik mavjudligini K. Hoffmann (1964) qayd qilgan. Ushbu tatqiqotlarning natijalari, bo'y, oyoqlar uzunligi va yakka qadamning kattaligi o'rtasida korrelyatsiyaning namoyon bo'lishi mavjudligi to'g'risida guvohlik qiladi.

Jadval 7.2.

Gavda uzunligi, oyoqlar uzunligi va qadamning uzunligi o'rtasidagi korrelyatsiya

Tatqiqotchi	Ishtirokchilar soni (tajribada)	Gavda uzunligi qadam uzunligi bilan birga	Oyoqlar uzunligi qadam uzunligi bilan birga
Rompotti (1956)	40 (erkak)	0,71	0,54
Rompotti (1956)	12 (erkak)	0,50	0,60
Goffman (1964)	56 (erkak)	0,59	0,70
Goffman (1967)	23 (ayol)	0,63	0,73

Yoshga oid biomexanika. Yoshga oid lokomotsiyalar. Yangi tug'ilgan bolalarning harakat apparati ma'lum bir darajada etuklikka ega bo'lib, bu bir qator oddiy harakatlarni bajarish imkoniyatini beradi (rasm 7.25). Hayotning birinchi kunlarida bolada shartli reflekslar paydo bo'ladi, ular o'ta mo'rtligi, kuchsizligi bilan farqlanadi va 3-4 oydan so'ng nisbatan doimiylikka ega bo'ladi.

Ensa mushaklar tonusining ortishi, qorniga yotqizib qo'yilgan 2 oylik bolaga boshini ko'tarish imkonini beradi. Bola 2,5-3 oylik bo'lganda, ko'rib turgan predmeti yo'nalishida qo'lining harakatlari rivojlanadi, 5-6 oyga kelib esa, predmet qaysi tomonda turishiga qaramasdan, bola qo'lini aniq unga qarab uzatadi. Bolada 4 oyga kelib, orqasidan yon tomonga o'girilishi, 5 oyda qoringa va qorindan chalqancha o'girilishi rivojlanadi. Bola 4-6 oylik bo'lganda, emaklaydi, qornida yotganda boshini va to'rt oyoqlab turishni boshlaydi. Bola 6-8 oyga kelib, tana va tos mushaklari rivojlanib o'tirishni boshlaydi va qo'llari bilan tayangan holda turishga, tik turishga va o'tirishga harakat qiladi. Bolaning anatomo-fiziologik xususiyatlari yurishga tayyorgarlik davrida muvozanatni saqlash jarayonini qiyinlashtiradi: oyoqlarining mushak tizimlari hali kuchsiz, oyoqlari kalta va yarim bukilgan; umumiy og'irlik markazi voyaga etgan odamnikiga nisbatan ancha yuqori joylashgan; tovonlari ham katta odamnikidan kichik. Shuning uchun, yurishni o'rganish davrida bolaning muvozanatni saqlashiga ko'maklashish juda muhimdir. Bola bir yoshga to'lganda bemalol turadi va qoidaga ko'ra, mustaqil yura boshlaydi. Bola ilk bor bir necha qadam bosgan kunini, uning mustaqil yurgan kuni deb hisoblash mumkin. Lekin, ushbu davrda, uning yurishi va to'g'ri turishi paytidagi mustahkam muvozanati hali kuchsiz bo'ladi. Bola muvozanatni saqlashi uchun qo'llarini yon tomonlarga keng yoyib va oyoqlarini keng holatda qo'yib yuradi.

Bola 3-4 yoshga to'lganda harakatlarining muvofiqligi takomillashadi, bu, bola yurgan va tik turganda, qo'llari bilan ushlamasdan muvozanatni saqlashiga imkoniyat beradi.



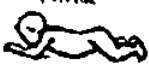










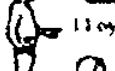


Bola 4-5 yoshga to'lganda, muvofiqligi bo'yicha turli va murakkab harakatlarni bajaradi: yuguradi, sakraydi, gimnastik va akrobatik mashqlar bajaradi, konkida uchadi va h.k. Bola bu yoshda, barmoqlarning mayda mushaklari, bilak sohasi va h.k. rivojlanishi bilan bog'liq ancha aniq harakatlarni ham o'zlashtiradi. 6-7 yoshga kelib, tanani, sonni va boldirni rostlovchi mushaklarning kuchi ortadi. Harakatlar omillarining shakllanishida yurish, o'yinlar, yugurish va yurishni yugurish va sakrash bilan birga o'zlashtirish muhim hisoblanadi. 5-8 yoshga kelib, harakatlarning aniqligi va to'ljallanganligi ortadi (koptok otish, jismlarni uloqtirish). 8-12 yoshdagi davrda,

harakatlar ko'nikmalarining, ayniqsa, yugurishda, yurishda, sakrashda, uloqtirishda, gimnastik va akrobatik mashqlarni bajarishda yanada mukammallashuvi davomi etadi.

Shu bilan birga, maktab yoshidagi bolalarda maktabgacha yoshdagilarga nisbatan majburiy harakatsiz o'tirish vaqti ortadi (gipodinamiya). Ushbu davrda, salomatlik omili sifatida faol harakatlarning (yugurish, o'yinlar, chang'ida yurish, suzish va lokomotsiyaning boshqa turlari) roli muhim bo'ladi.

Maktabgacha yoshdagi va kichik maktab yoshidagilarda yoshining va yugurish tezligining oshishi paytida, deysinish fazasida tayanch oyoqning to'g'rilanish tezligi ortadi, ancha yuqori tezlikda esa, tizza bo'g'imida rostlanish burchagining katta bo'lishi va tayanch oyoqni erdan uzish lahzasida gavnani undan oldinga qarab ko'proq siljishi ham xarakterlidir. Yosh ortishi bilan, ayniqsa, keksa odamlarda, ushbu ko'rsatkichlar ancha o'zgaradi.

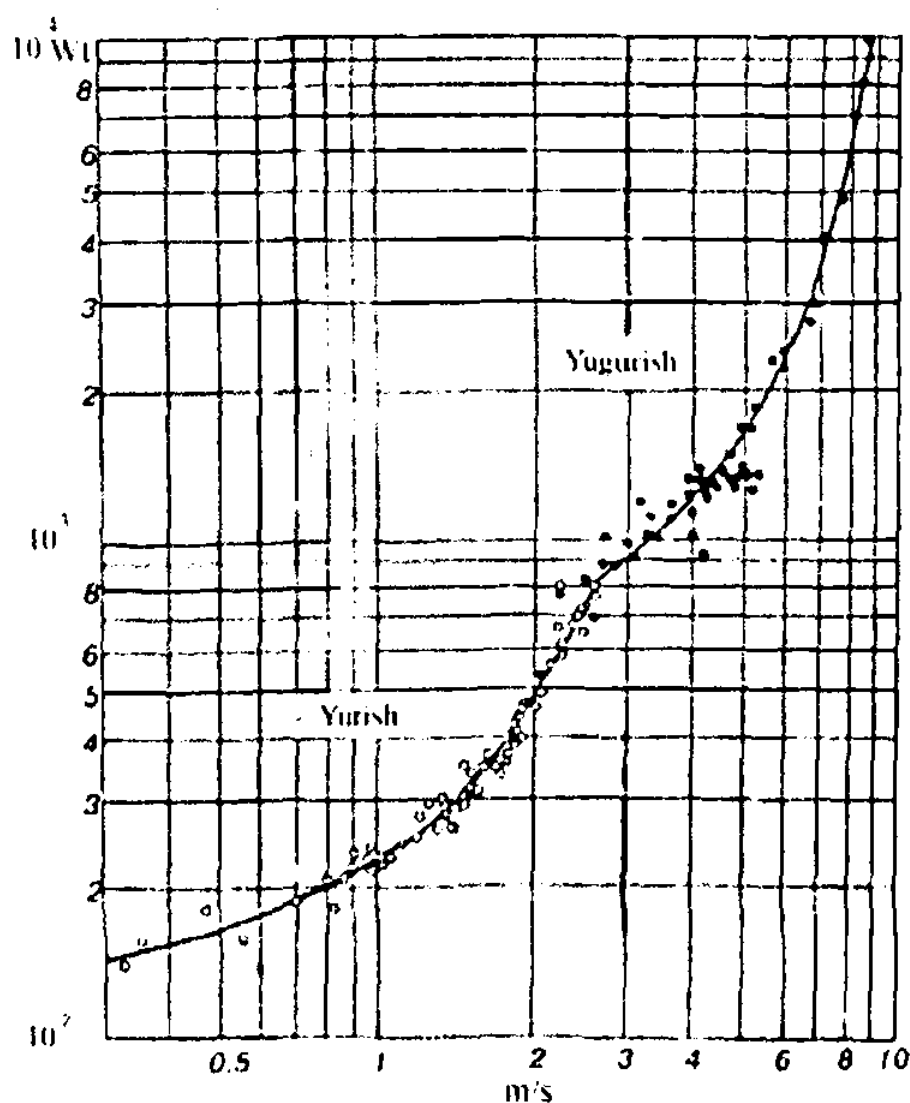
Yugurish paytida, og'irlik markazi to'lqinsimon tebranuvchi egri chiziq bo'yicha harakatlanadi. Yosh kattalashgan sari, gavnaning ko'tarilish kattaligi yoki og'irlik markazining vertikal siljishi kamayadi, gorizont siljish esa ortadi.

1 kunlik 	Chaqaloq holati	8 oylik 	1. Ushlab olinganda haradi
1 oylik 	Iyagini ko'taradi	9 oylik 	2. Ushlab olinganda haradi
2 oylik 	Ko'z kragini ko'taradi	10 oylik 	3. Ushlab olinganda haradi
3 oylik 	Ishtablarini o'rishga oshadi	11 oylik 	4. Yordam qilinganda yuradi
4 oylik 	Ushlab olinganda haradi	12 oylik 	5. Ushlab olinganda haradi
5 oylik 	Ishtablarini o'tirib o'tmaydi	13 oylik 	6. Ushlab olinganda haradi
6 oylik 	Ushlab olinganda haradi	14 oylik 	7. Ushlab olinganda haradi
7 oylik 	Ushlab olinganda haradi	15 oylik 	8. Ushlab olinganda haradi

Rasm 7.25. Bolalardagi asosiy harakatlarni egallash ketma-ketligi (Seydj bo'yicha)

Qadamning vaqt bilan bog'liq tarkibiy tuzilmasini yoshga oid o'zgarishlari ham qayd qilingan; xususan, 30 yoshga qadar tayanch vaqti ozgina va sekin-asta ortadi, keyin esa, taxminan doimiy bo'lib qoladi (K.U. Smith et al., 1960; K.U. Smith, D. Greene, 1962). Yugurish bilan shug'ullanayotgan keksa odamlarda, depsinish tugagunga qadar tos-son va tizza bo'g'imlarida to'liq rostlanish sodir bo'lmaydi. Undan tashqari, siltanayotgan oyoq oldinga qarab juda kam chiqariladi, yuguruvchi uni tayanch oyoqqa yaqin tutadi.

Yurish va yugurish paytida energetik almashinuv (rasm 7.26). Organizm, energiyani atrof-muhitdan yog'lar, uglevodlar va oqsillar molekulalarining kimyoviy bog'lamlari tarkibidagi potensial energiya ko'rinishida oladi. Murakkab oksidlanish jarayonlari natijasida energiya hosil bo'ladi.



Rasm 7.26. Harakatlanish tezligiga bog'liq ravishda (absissa) yurish va yugurish paytida odamda umumiy energiya sarflanishining tezligi (ordinat) (R. Passmore, J.V. Durmin, 1955; E.M. Roth, 1966)

Mushak faoliyati paytida ishlatiladigan energiyaning 80 %, uning almashinuv samaradorligini pastligi tufayli issiqlik ko'rinishida yo'qotiladi va faqat 20 % mexanik ishga aylanadi.

Mushaklarning ishi almashinuv jadalligini ancha o'zgartiradi. Sportchilarda, qisqa muddatli jadal mashqlar bajarish paytida, asosiy almashinuvga nisbatan metabolizmni 20 marta, uzoq davom etadigan ish paytida esa - 10 marta ortishi aniqlangan. Odamlardagi metabolizm yoshga qarab so'zsiz o'zgaradi, bolalarda u katta, balog'atga etish davrida kamayadi va qariganda eng kam bo'ladi.

Yurish va yugurish paytida energiyaning sarflanishlari 7.3-jadvalda keltirilgan.

Hisoblashlar shuni ko'rsatadiki, oddiy yurish paytida kuniga 5 km yuradigan odam, 5 MDj ga teng energiyaning, terrenkurda (ko'tarilish burchagi 15° va tezligi 2 km/soat yurganda) 60 minut yurganda - 450 kkal (gavda massasi 70 kg) energiyaning to'ldirish ehtiyojiga ega bo'ladi.

Tezlikning ortishi bilan bog'liq holda energiyaning sarflanish darajasi oshadi. Uning sarflanishi kichik tezliklarda ikkinchi darajada ortadi, ushbu shaxs uchun maksimum tezlikka yaqinlashganda - uchinchi va xattoki to'rtinchi darajada ortadi.

Jadval 7.3

Yurish va yugurish paytida energiya sarflanishi

Faoliyat turi	Gavdaning 1 kg massasiga energiya sarflanishi, Dj/s
Yurish 1 minutda 110 qadam bosish	4,74
6 km/soat	4,98
Yugurish 8 km/soat tezlikda	9,46
10,8 km/soat tezlikda	12,4

7.7. Har xil sport turlarining biomexanikasi

Eshkak eshish

Eshkak eshish paytida, eshkaklar qayiqqa nisbatan orqaga yo'nalgan ishchi harakatlarni (suvda) va oldinga yo'nalgan qaytar harakatlarni (havoda) bajaradi. 7.27-rasmda eshkak eshadigan qayiq ko'rsatilgan bo'lib, uning V harakat tezligini biz doimiy

hisoblaymiz, lekin real qayiq, eshkaklarning ishchi harakatida tez harakatlanadi, eshkaklarning qaytar harakatida esa, sekinlashgan holda harakatlanadi. Unga, D - oldingi to'qnash qarshiligi ta'sir ko'rsatadi. Eshkaklarning kuraklari, qayiqqa nisbatan U tezlikda oldinga va orqaga qarab harakatlanadi, shu tufayli ular, suvga nisbatan, ishchi harakatlar vaqtida orqaga yo'nalgan $(U - V)$ tezlikka va qaytar harakatlar vaqtida oldinga yo'nalgan tezlikka ega. Birinchi holatda, kuraklar d - to'qnashish qarshiligiga, ikkinchi holatda - d' qarshilikka uchraydi. Suvning qarshiligini engib o'tish uchun qayiqqa zarur bo'lgan kuch DV ga teng. Eshkaklarning ishchi harakatlari vaqtida ularning to'qnash qarshiligini engib o'tishi uchun $2d(U-V)$ kuch sarflanadi, shuning uchun umumiy kuch $2d(U-V)+DV$ ni tashkil qiladi. Qaytar harakatlar vaqtida $2d'(U-V)$ o'rniga biz $2d'(U+V)$ ga ega bo'lamiz va umumiy kuch $2d'(U+V)+DV$ ga teng bo'ladi. Kuchning o'rtacha sarfi $d(U-V) + d'(U+V) + DV$ ni tashkil qiladi, foydali ish koeffitsienti (FIK) esa

$\frac{DV}{d(U-V)+d'(U+V)+DV}$ ga teng bo'ladi. Ishchi harakatlar vaqtida, eshkaklarga oldinga

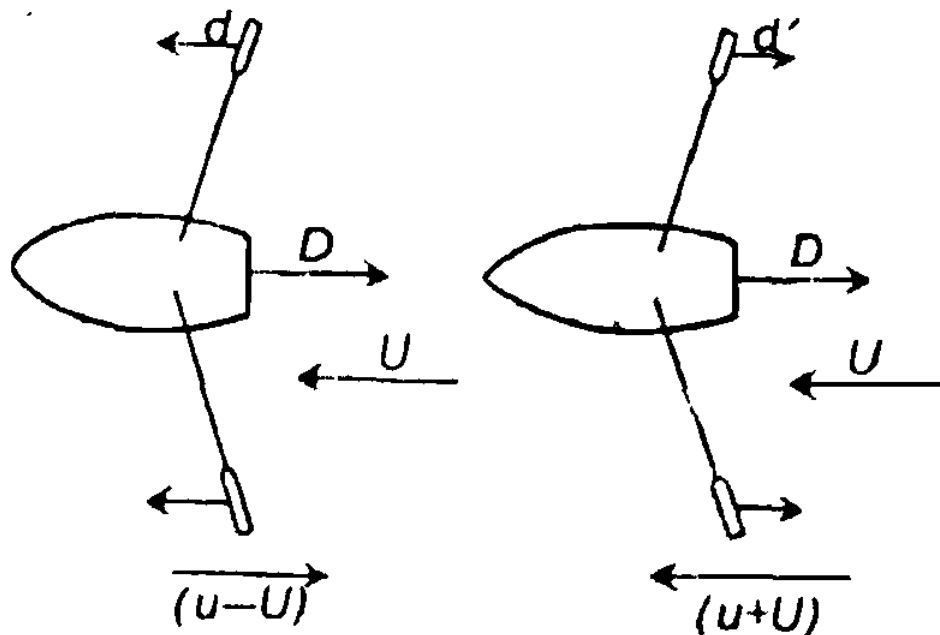
yo'nalgan $2d$ kuch ta'sir qiladi, qaytar harakatlar vaqtida esa, orqaga yo'nalgan $2d'$ kuch ta'sir qiladi, shuning uchun o'rtacha kuch $(d + d')$ ga teng va oldinga yo'nalgan. Ushbu kuch, qayiqning to'qnash qarshiligini muvozanatlanishi, ya'ni $D=(d-d')$ bo'lishi kerak.

Biz, D o'rniga $(d-d')$ qo'yganimizdan keyin FIK uchun bizning ifodalashimiz

$\left[\frac{V}{U}\right]\left[\frac{(d-d')}{(d+d')}\right]$ ko'rinishiga ega bo'ladi. Ushbu ifodadagi birinchi ko'paytiriluvchi

$\left[\frac{V}{U}\right]$ qayiq va eshkaklarning nisbiy kattaliklariga va qarshilik koeffitsientiga bog'liq va

uni parrakning nazariy FIK bilan tenglashtirish mumkin. Aslida esa, FIK keltirilgan ifodaning kattaligidan kichik bo'ladi, chunki biz energiyaning ayrim yo'qolishlarini hisobga olmaganmiz. Masalan, eshkaklarning kuraklari to'g'ri chiziq bo'ylab emas, balki aylananing yoyi bo'ylab harakatlanadi, shundan kelib chiqqan holda, suvni yon tomonga itarib yuborish uchun sarflanayotgan ishni ham hisobga olish zarur.



Rasm 7.27. Eshkak eshish mexanikasi (R. Aleksander bo'yicha, 1970)

FIK yuqori bo'lishi uchun, eshkaklarning harakatlanish tezligi qayiqning harakatlanish tezligidan ancha katta bo'lishi kerak emas. Eshkakning shakli, kichik tezlik paytida katta to'qnash qarshilikni ta'minlashi kerak. Tez qayiqalar uchi o'tkir shaklga ega, lekin eshkaklari keng, yassi kuraklarga ega bo'lib, ularni suvdagi harakatlanish traektoriyasiga perpendikulyar ushaladi, shunda katta to'qnash qarshilikka erishish mumkin. d' kattalik kichkina bo'lishi lozim. Eshkak eshuvchilar qaytar harakatlar uchun eshkaklarni suvning ustiga ko'taradilar, chunki havoning qarshiligi xuddi shu tezlikda suvnikidan ancha kam. d' kattaligini yanada kamaytirish uchun eshkaklarning kuragi gorizontal holatga o'tkaziladi.

Suzish

Suzish paytida gavdaning barcha qismlari harakatga jalb qilinadi. Suzish, suzuvchini suv bilan o'zaro ta'siriga asoslangan bo'lib, bunda suzuvchini suvda suzishini va suvning yuzasida turishini ta'minlab turadigan kuchlar yuzaga keltiriladi.

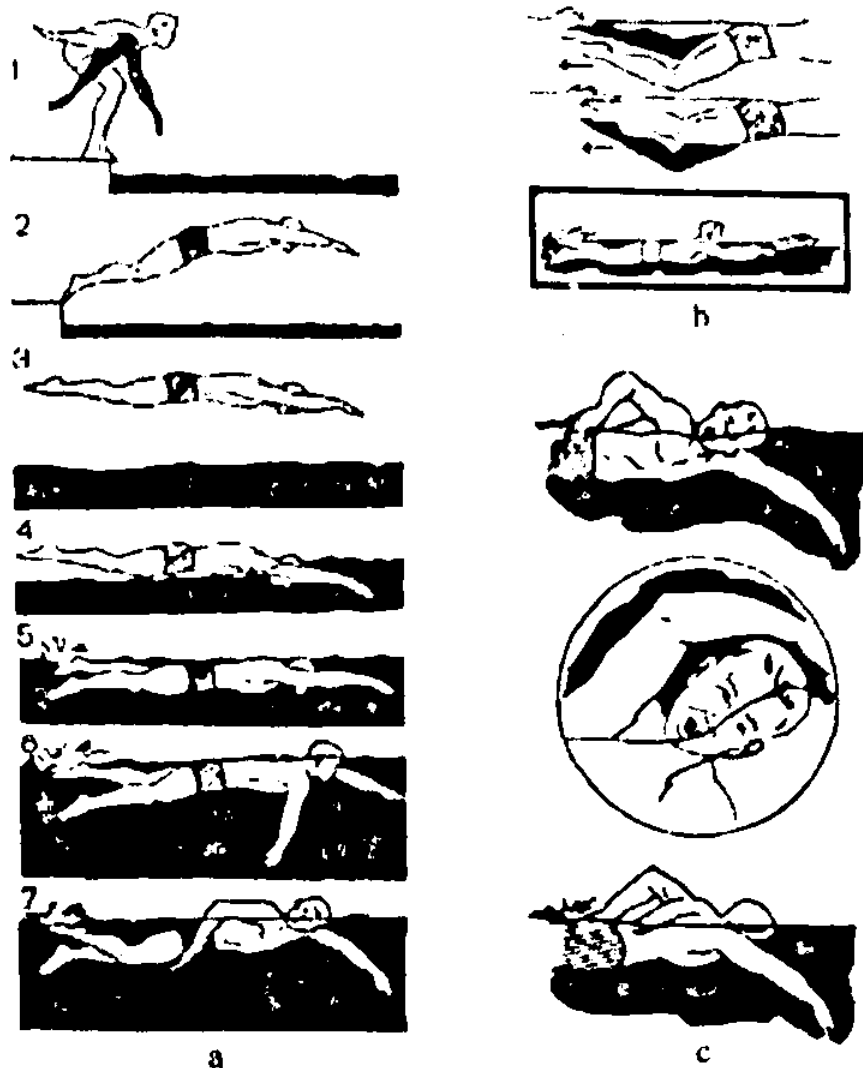
Suzish biomexanikasi shu bilan bog'liqki, ilgariga siljishni tormozlovchi kuchlar ancha katta, o'zgaruvchan va uzluksiz ta'sir ko'rsatadi. Suvga "tayanish" eshish harakatlari vaqtida hosil qilinadi va kattaligi bo'yicha o'zgaruvchan bo'lib qolaveradi.

Sport suzishi to'rtta turni o'z ichiga oladi: erkin suzish (krol), orqada suzish, brass, batterflyay.

Erkin suzish (rasm 7.28). Oldinga harakatlanish qo'l va oyoqlar ishini doimiy almashishi hisobiga amalga oshadi. Oldinga harakatlanish uchun qo'llar suvning ichida harakatlanadi, qarama-qarshi harakat - qo'llarni oldinga o'tkazish esa suvning ustida amalga oshiriladi. Kaftning suv ostidagi harakatlari, qo'lning ozgina bukilishi bilan yon tomonga kuchsiz og'ish orqali amalga oshadi. Bu harakat, qo'l boldirning yonidan suvdan chiqishi bilan yakunlanadi. Keyin, qo'l to'xtamagan holda oldinga siljib o'tadi va yana elka oldidagi harakatlari kichik tormozlovchi moment sifatida namoyon bo'ladi. Bunda, harakat to'sdan boshlanadi va son, tizza bo'g'imi, boldir, boldir-oshiq bo'g'im orqali to oyoqlarning panjalariga qadar davom etadi. Pastga urilganda, tovon itarilish samaradorligini oshirish maqsadida ichki tomonga buriladi.

Erkin usulda suzishdagi start (a): 1. Dastlabki holat: suzuvchining yuzi oldinga qaragan; elkalari - tizzalarining ustida; tizzalari - oyoqlar barmoqlarining ustida; qo'llarning holati variativ. 2. Start qutisidan uchib chiqish. 3. Uchish paytida gavda cho'zilgan, boshi qo'llarning orasida. 4. Gavda uncha katta bo'lmagan burchak ostida suvga kiradi. 5. Sakrashdan maksimal tezlik erishilgan momentda oyoqlar harakatlarni boshlaydi. 6. Qo'llar, eshish harakatlarini boshlaydi, maksimal tezlikni quvvatlaydi. 7. Bir necha eshgandan so'ng nafas olish boshlanadi.

Krol usulda oyoqlarning harakatlari (b). Yuqorigi rasmda o'ng oyoq urish aktini bajarmoqda, chap oyoq esa, urishni boshlash uchun dastlabki holatga chiqmoqda. O'rtadagi rasmda urish aktini chap oyoq bajarmoqda. Itarilish kuchi, strelkalar ko'rsatayotganday pastga emas, balki orqaga yo'nalgan. Pastki rasmi, taxta bilan oyoqlar yordamida suzish paytida suzuvchining holatini ko'rsatmoqda. Qo'llar oldinga uzatilgan, barmoqlar taxtaning ustiga qo'yilgan, suzuvchi xuddi krol usulida suzishdagi kabi suvda yotibdi, bu holat oyoqlar uchun katta yuklama keltirib chiqaradi.



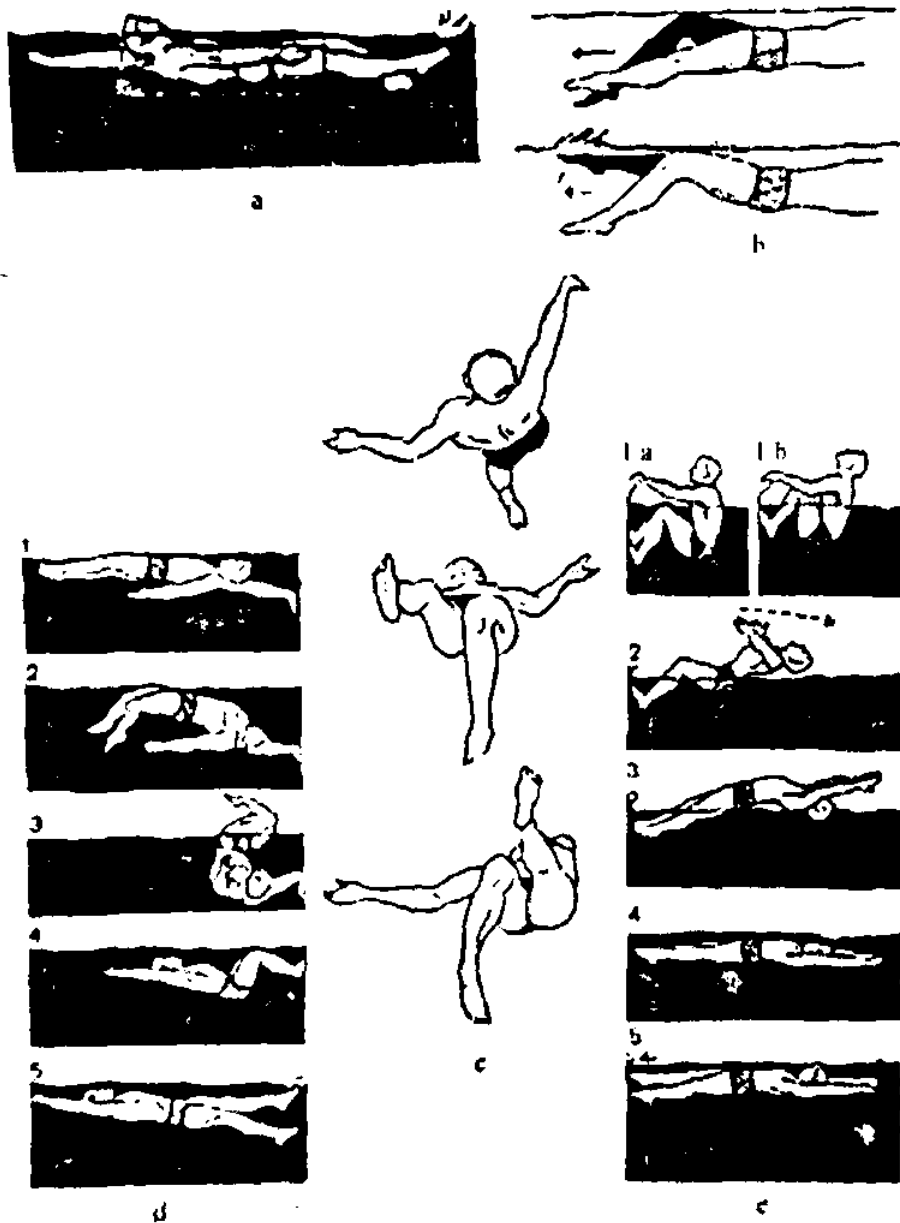
Rasm 7.28. Erkin usulda suzish (a, b, c)

Krol usulida nafas olish (c): yuqoriga rasmda, chap qo'l suvga kirgan lahzada nafas olish ko'rsatilgan. Bosh quyi tushirilgan va uning o'qi gavda o'qining davomi hisoblanadi. O'rtadagi rasm bosh holatini o'ng qo'lning harakati bilan uyg'unligini ko'rsatmoqda. Pastki rasm, nafas olish tugashi bilan suzuvchining beti suvga tez o'girilishini ko'rsatmoqda.

Orqada suzish (rasm 7.29). Gavda to'g'rilangan, elka kamari tosdan birmuncha yuqori o'tibdi, bosh ozgina ko'krak tomonga tortilgan

Qo'llarning harakati. Suzuvchi gavdasini oldinga surayotgan suv osti harakatining boshlanishida, qo'llar elka ustida to'g'rilangan holatda suvning ustida joylashgan. Kaft itarish holatida. Qo'llar tortilishni boshlaydi, bunda ular, tirsak bo'g'imida engil bukilgan. Suv ostidagi harakatning yakunida qo'llar yana deyarli to'g'rilangan. Suvda ishlash vaqtida qo'llar 20-30 sm chuqurlikda bo'ladi. Qo'l suvning

ustidan olib o'tiladi va yana suvga tushirilib yangi ishchi fazani boshlaydi. Bunda, qo'llarning almashinish ritmi krol usulidagidan farq qiladi. Bitta qo'l suvning ostida harakatlangan vaqtda, ikkinchisi suvning ustida siltanish harakatini bajaradi va keyin, yana suvga kiradi.



Rasm 7.29. Orqada suzish (a, b, c, d, e)

Oyoqlarning harakatlari. Oyoqlar navbat bilan yuqoriga va pastga urish aktlarini bajaradi. Bunda tovon, zaruratiga ko'ra, itarilish harakatini kuchaytirish uchun yuqoriga urish vaqtida ichkari tomonga buriladi. Harakatlar amplitudasi 30-50 sm ni tashkil qiladi.

Yon tomondan ko'rinish (a) - "orqa-son" to'g'ri chizig'i va gavdaning suvdagi yassi holatida ko'rsatilgan. Punktir chiziq eshishning bajarilish sohasini ko'rsatadi. Orqada

suzish paytida oyoqlar harakati (b) - oyoq yuqoriga qarab bukilgan holatda, pastki tomonga - to'g'rilangan holatda harakatlanadi. Oyoqlar, ko'krakda krol usulida suz gandagiga nisbatan, ancha chuqur harakatlar bajaradilar.

Old tomondan va orqa tomondan ko'rinish (c) - yuqoridagi rasmda chap qo'l bilan eshish va o'ng qo'lni olib o'tilishi ko'rsatilgan. O'rtadagi va pastdagi rasmda qo'lni eshish vaqtidagi bukilgan holati ko'rsatilgan; qo'l suv sathiga yaqin olib o'tiladi. Start (e): 1-startdagi eng ko'p tarqalgan dastlabki holat: a) bitta oyoqning to'voni ikkinchisidan yuqori turibdi; b) ikkala tovon bir xil darajada turibdi. Birinchi holat ancha qulay va ishonarli. 2-boshni faol harakatlantirish bilan devordan itarilish. Qo'llar yon tomonlar orqali yoki boshning ustidan siltanishni bajaradi. 3-uchishning yakunida gavda deyarli to'g'rilangan, bosh orqaga og'ishgan. 4-bosh sirpanish chuqurligini boshqarish uchun engil ko'tariladi. 5-oyoqlar harakatni boshlaydi, undan so'ng qo'llar ishga tushadi. Orqada bajariladigan oddiy tez burilish (g): 1-o'ng qo'l devorga tegadi. 2-bosh pastga tushiriladi; burilish tezligini oshirish uchun oyoqlar bukiladi; o'ng qo'l 50-60 sm chuqurlikda devorga tegadi; chap qo'l muvozanatni ushlab turadi. 3-suzuvchi oyoqlarini havo orqali devorga olib o'tadi. 4-suzuvchi devordan itarilish uchun tayyor. 5-sportchi, gavidasini ozgina suv ustiga yo'naltirib devordan itariladi.

Brass (rasm 7.30). Brass - suzish usullarining to'rttasini ichida eng sekin usul hisoblanadi. Bu hol, avvalam bor, qo'llarni oldinga qarab o'tkazish paytida paydo bo'ladigan tormozlovchi momentlar bilan hamda sust ifodalangan suv osti harakatlanishi bilan tushuntiriladi.

Qo'llarning harakatlari. Qo'llar oldinga cho'zilgan holatdan simmetrik ravishda ikkala tomonga biroz pastroqqa ochiladi; bunda kaftlarning ichki yuzasi, tashqi tomonga ochilgan va biroz bukilgan bo'lib, eshkak sifatida harakat qiladi. Qo'llar, taxminan elkalar darajasida, ichki tomonga qarab kuchli siltash harakatini bajaradi, ko'krakka yaqin keltiriladi va oldinga qarab keng ochiladi.

Oyoqlarning harakatlari. Boldirlar cho'zilgan holatida bir vaqtda va simmetrik ravishda tosga yaqinlashtiriladi, bunda tizzalar va tovonlar biroz ochilgan, kaftlar tashqariga burilgan va katta boldir, suyakka tomon tortilgan. Ushbu holatdan (bunda tovonlar, tosga 30-40 sm masofada joylashgan bo'ladi) oyoqlarni ikkala tomonga keng

ochib yoyish bilan itarish harakati bajariladi. Bunda, ayniqsa, boldirlar va oyoq kaftining ostki qismi bilan kuchli itarish harakati bajariladi. Harakatlarning so'nuvchi fazasida oyoqlar yana juftlanadi va to'g'rilanadi.

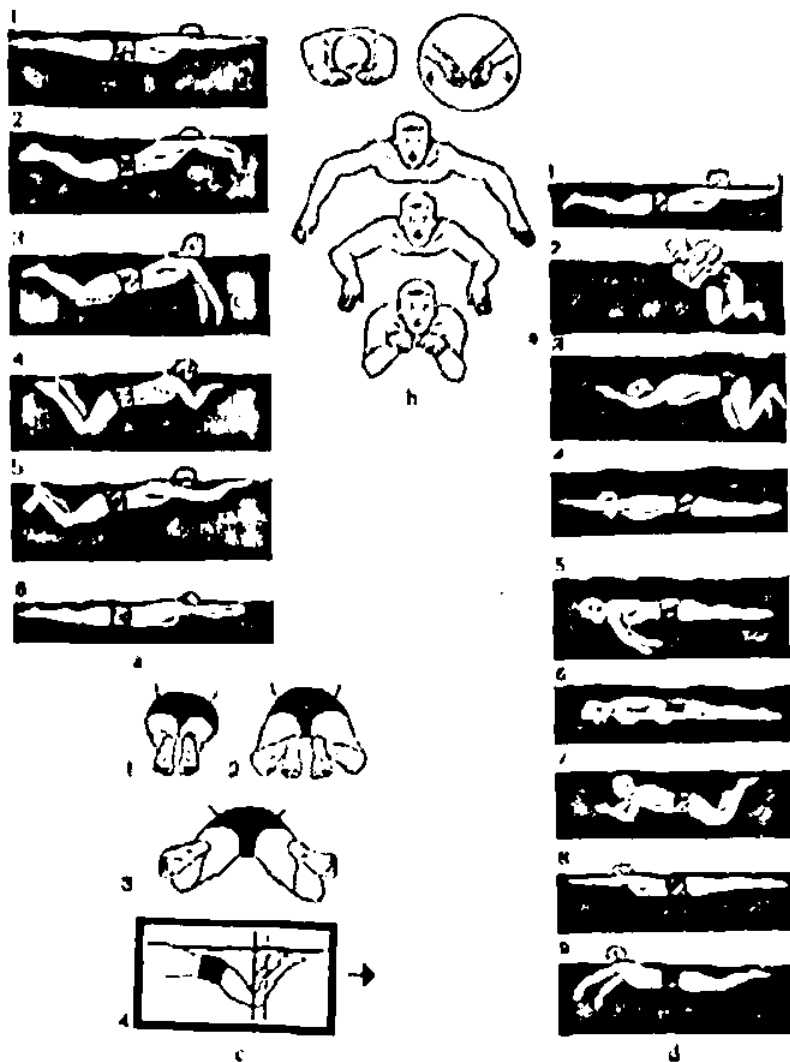
Batterflyay (rasm 7.31). *Batterflyay* usulida suzish qo'llarni suvning ustida quloch yozib, bir vaqtning o'zida oyoqlar va tana harakatlari delfin dumining harakatlariga o'xshaydi. Suv ostida harakat boshlanishida ikkala qo'l elkadan oldinda joylashadi, ular tananing tagiga bir vaqtda keltiriladi. Ikkala qo'lning kafti sonidan yon tomonga qarab suvdan chiqarilganidan so'ng, qo'llar yanada kuchliroq oldinga qarab uzatiladi va navbatdagi suvga botirish jarayoni boshlanadi.

Oyoqlarning harakatlari bel qismidan boshlanadi. Itarilish kuchini orttirish uchun pastga urilish paytida tovonlar ichkari tomonga burilgan, yuqoriga siltash paytida esa, yana boldirning davomi ko'rinishida bo'lib qoladi.

Suzuvchanlik, xuddi gavda og'irligi bilan belgilangan kuch kabi, gavdaning og'irlik markaziga qo'yilgan, gavdaning og'irligi bilan siqib chiqarilgan suyuqlik bilan belgilangan ko'taruvchi kuch – *suzuvchanlik markazi* deb nomlangan nuqtaga qo'yilgan.

Qattiq jism suyuqlikda harakatlangan paytda, unga yopishgan suyuqlik qatlami birgalikda harakatlanadi, qolgan qatlamlari esa, bir-biriga nisbatan (qarama-qarshi) harakatlanadi. Yopishqoq muhitda (suyuqlikda) harakatlanayotgan qattiq jismga ta'sir qiluvchi va jism tezligiga qarama-qarshi yo'nalgan kuch - *muhit qarshiligi* deyiladi.

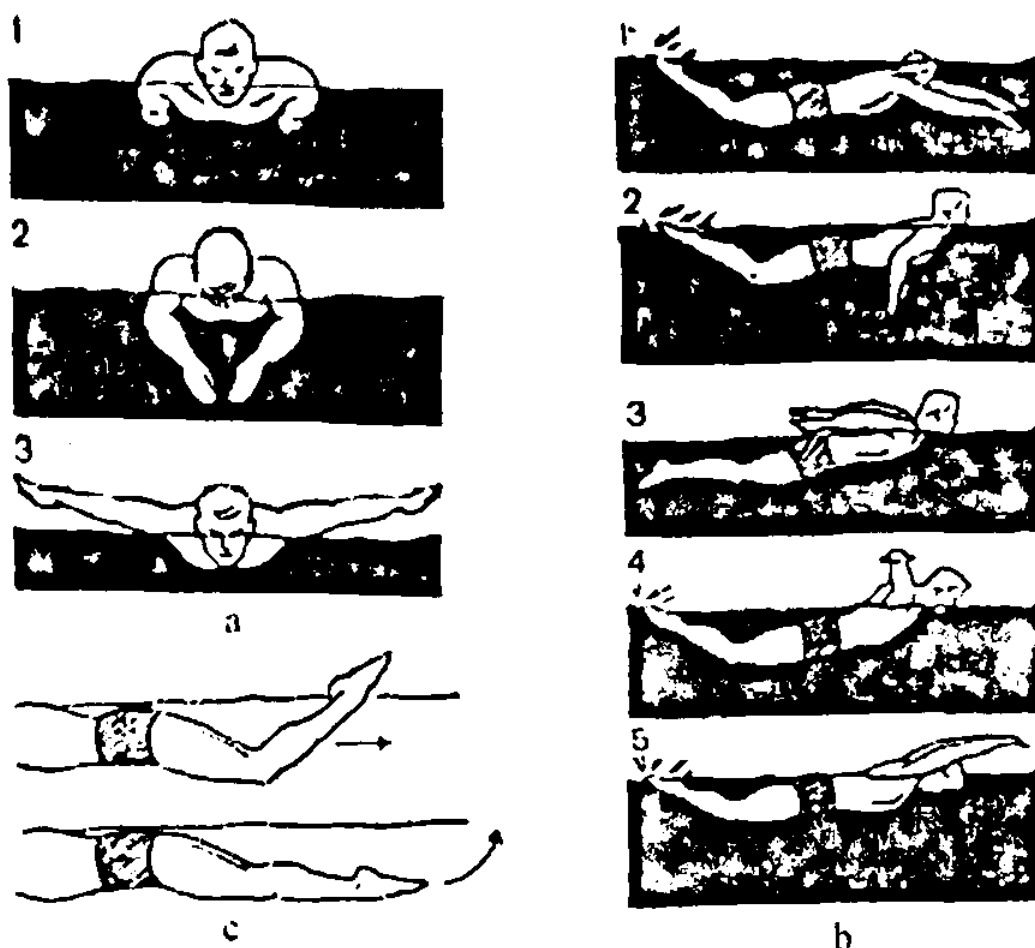
Agar, jism harakatlangan paytda, uning orqasida suyuqlikning aylanma harakatlanishi paydo bo'lmasa, unda muhitning qarshiligi jism tezligi V ga proporsionaldir. Xususiy holatda, R radiuslik sharning harakatlanishi paytida muhitning qarshiligi



Rasm 7.30. Brass usulida suzish (a, b, c, d).

Yon tomonidan ko'rinishi (a): 1. Dastlabki holat: qo'llar oldinga cho'zilgan, bosh tushirilgan, oyoqlar to'g'ri. 2. Qo'llar eshishni, oyoqlar tortilishni boshlagan. Bosh hali tushirilgan holatda. Tizzalarga e'tibor qarating. 3. Qo'llar eshish harakatini bajarmoqda. Bosh, nafas olish uchun ko'tarilgan. 4. Qo'llar eshish harakatini tugatishgan. Bosh yuqori holatda. Oyoqlar itarilish harakatini boshlashga tayyor. 5. Oyoqlar itarilish harakatini yakunlamoqda. Qo'llar cho'zilgan, bosh tushirilgan. Oyoqlarni suv sathiga yaqin yuqori holatiga e'tibor qarating. 6. Yana dastlabki holat. Brassda qo'llarning harakatlanishi (b), old tomondan ko'rinishi. Yuqoridagi ikkita rasmda - qo'llarning eshishni boshlashdan oldingi holati. Keyingi ikki rasmda tirsakning yuqori holatida eshish ko'rsatilgan. Pastki rasmda, qo'llarni oldinga qarab cho'zilishidan oldingi holati ko'rsatilgan. Brassda oyoqlarning harakatlari (c): 1. Oyoqlarni tortib olishdan avvalgi holat. 2 Oyoqlarni tortib olish boshlanadi. Tovuqlar hali juftlashgan holatda, tizzalar o'rtasidagi masofa tovonlar orasidagi masofadan katta. 3. Oyoqlar to'liq tortib olingan. Tovuqlar, siltash maydonini oshirish uchun har tomonga ochilgan. Orqa tomonga siltash boshlanmoqda. 4. Yon tomondan ko'rinish oyoqni tortib olish fazasini illyustratsiya qiladi. Tizzalarning yuqori holatda ekanligiga e'tibor qarating. Brassda burilish (e): 1. Qo'llar suv sathi darajasida devorga tegadi. 2. Gavda aylanib buriladi. 3. Suzuvchi oyoqlari bilan itarishga tayyor. 4. Suzuvchi oyoqlari bilan devordan itarilmoqda; gavda cho'zilgan. 5 va 6. Qo'llar, to'songa qadar uzun eshish harakatini bajaradi. 7. Oyoq va qo'llarni eshish uchun dastlabki

holatga chiqarish boshlanadi. 8. Oyoqlar bilan itarish yakunlangandan keyin gavda suvning yuzasiga chiqadi. 9. Qo'llar bilan eshish boshlanadi.



Rasm 7.31. Batterflyay usulda suzish (a, b, c).

Old tomondan ko'rinishi (a): 1. Qo'llarni oldinga olib o'tishdan oldingi boshlang'ich holat. 2. Bukilgan qo'llar bilan eshish, xuddi krol usulida bajarilgani kabi. 3. Qo'llarning eshish harakatidan keyin, ularni oldinga olib o'tishni boshlanishidan avvalgi holati. Yon tomondan ko'rinishi (b): 1. Qo'llar suvga botirilgan va eshishga tayyor. 2. Qo'llar eshish harakatining yarmini bajargan. Nafas olish boshlanadi. 3. Qo'llar eshishni yakunlagan. Nafas olish yakunlanadi. 4. Qo'llarni oldinga qarab olib o'tish harakatining yarmi bajarilgan. Bosh hali ham suvning ustida. 5. Bosh, qo'llarni suvga tushirilishidan avvalroq suvga botirilgan. Batterflyayda oyoqlarning delfinsimon harakatlari (c). Rasmda, batterflyay usulida oyoqlar harakatlarini krol usulida suzishda oyoqlar harakatlari bilan o'xshashliklari ko'rsatilgan. Oyoqlar pastga qarab urilganda bukiladi va yuqoriga qarab ko'tarilganda to'g'rilanadi.

$$F = 6\pi\eta Rv, \quad (7.1)$$

bunda - η ichki ishqalanish koeffitsienti yoki yopishqoqlik.

Ichki ishqalanish koeffitsientining o'lchov birliklari:

$$\frac{kg}{m \cdot s} (SI), \quad \frac{g}{cm \cdot s} (SGS); \quad 1 \frac{kg}{m \cdot s} = 10 \frac{g}{cm \cdot s} \quad (7.2)$$

Yuqorida keltirilgan (7.1) formula - Stoks formulasi deb nomlanadi.

Jadval 7.4

Turli haroratlarda suvning yopishqoqlik darajasi

$t, ^\circ S$	0	5	10	15	20	25	30	40	50	60
$\eta \cdot 10^6 \text{ kg/m} \cdot \text{s}$	179	151	1307	1140	1004	895	803	655	551	470
$t, ^\circ S$	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160
$\eta \cdot 10^6 \text{ kg/m} \cdot \text{s}$	407	357	317	284	256	232	212	196	184	174

Jadval 7.5

Ayrim suyuqliklarning $20^\circ S$ dagi kinematik yopishqoqligi
(Hagman C.D., 1965)

Muhit	Yopishqoqlik η	Zichlik, ρ	Kinematik yopishqoqlik, ν
Havo	$1,8 \cdot 10^{-4}$	$1,3 \cdot 10^{-3}$	0,14
Suv	0,010	1,00	0,010

Suv, suzuvchining oldinga qarab harakatlanishiga qarshilik ko'rsatadi.

Gidrodinamikada suyuqlikning harakatlanishini hisoblash uchun Reynolds soni ishlatiladi. Reynolds soni - cheklanmagan kattalik $\frac{\rho u a}{\eta}$, bunda ρ va η - suyuqlikning zichligi va yopishqoqligi, u - jismga nisbatan uning harakatlanish tezligi va a - qandaydir uzunlik. Reynolds soni bir xil bo'lganda, bitta shakldagi jismlar atrofidagi oqimning tuzilishi ham bir xil bo'ladi degan qoida, suyuqlikni uning bo'sh yuzasi atrofidagi xulq-atvori to'g'risida gap yuritilgandagi holatlarida qo'llanilmaydi.

Reynolds sonini $\frac{\rho u a}{\eta}$ sifatida ifodalash qulay, bunda $\nu = \frac{\eta}{\rho}$ - kattalik kinematik yopishqoqlik deb nomlanadi.

Ko'pchilik holatlarda, suyuqlikda harakatlanayotgan jismga ta'sir ko'rsatayotgan kuchlarni o'lchash qiyin. Shundan kelib chiqqan holda, tajribalar uchun aerodinamik va gidrodinamik trubalar ishlatiladi.

To'qnashish qarshiligi. Biror jism suyuqlikda harakatlanishi paytida, unga, harakatlanishi uchun qarshilik qiluvchi (ushlab qoluvchi) kuch ta'sir qiladi. Ushbu kuch to'qnashish qarshiligi deb ataladi. Uning kattaligi suyuqlikning tabiatiga va harakatlanuvchi jismning kattaliklariga, shakliga va tezligiga bog'liq.

Aerodinamik trubada o'tkazilgan tajribalar shuni ko'rsatganki jismning yoki bir xil shakldagi turli jismlarning to'qnashish qarshiligini $D = \frac{1}{2} \rho u^2 A C_D$ formula bo'yicha aniqlash mumkin, bunda D - to'qnashish qarshiligi, ρ - suyuqlikning zichligi, u - suyuqlikni jismga nisbatan harakatlanish tezligi, A - tavsiflovchi maydon va C_D - to'qnashish qarshiligi koeffitsienti deb nomlanadigan kattalik bo'lib, u, jismning shakliga va Reynolds soniga bog'liq.

Afsuski, jismning har qanday shaklida qulay bo'lgan yagona A aniqligi mavjud emas. Quyidagi maydonlar ishlatiladi:

1. To'qnashish maydoni, ya'ni jismni, oqim yo'nalishiga perpendikulyar ravishda yuzaga proeksiyalanishi maydoni. Silindring holatida balandligi h va radiusi r bo'lsa, silindring o'qi oqimga parallel bo'lganda to'qnashish maydoni πr^2 ga teng bo'ladi, perpendikulyar bo'lganda $2 r h$ ga teng bo'ladi;

2. Eng katta proeksiya maydoni shunday yo'nalish bo'yicha proeksiyalanish hisoblanadiki, ushbu yo'nalishda uning maydoni eng katta bo'ladi;

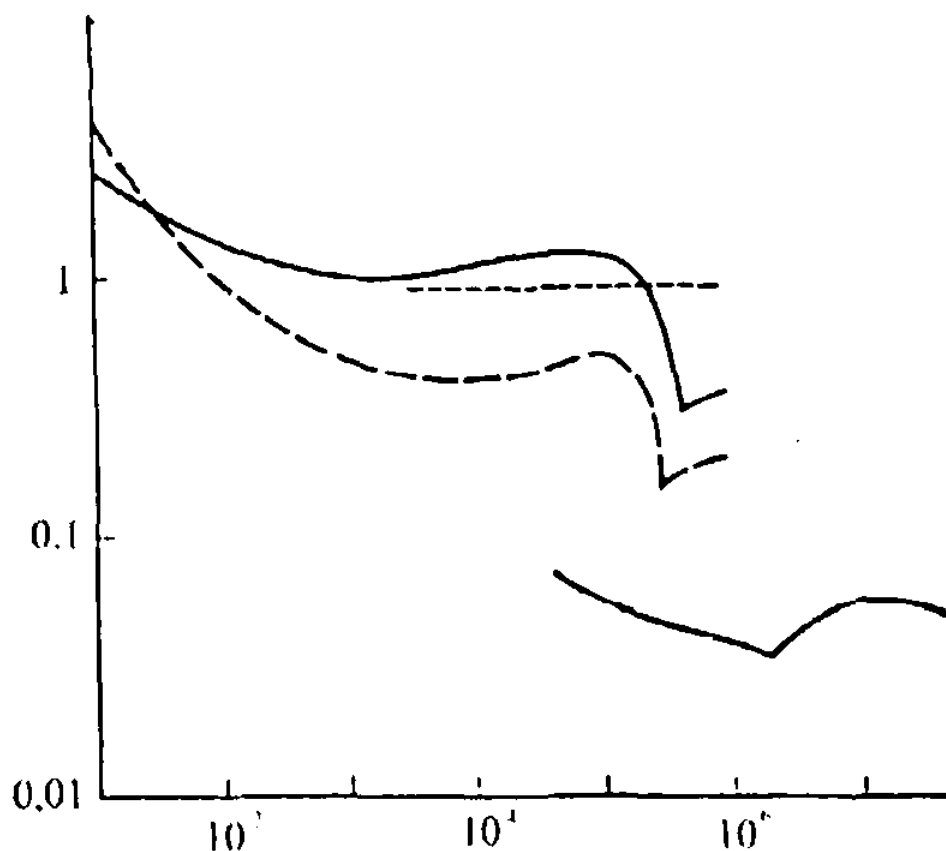
3. Jismning summar yuzasi. Shuni yodda tutish kerakki, yupqa plastinka holatida, bu, uning ikkala tomonini summar maydoni bo'ladi.

Agarda gumon yuzaga kelsa, unda, koeffitsientini hisoblab topish paytida, ushbu maydonlarning qaysi biridan foydalanilganini ko'rsatish muhim.

Turli shakldagi jismlar uchun to'qnashish qarshiligi koeffitsientini Reynolds soniga bog'liqligining egri chiziqlari 7.32-rasmda ko'rsatilgan. Barcha koeffitsientlar to'qnashish maydoni asosida hisoblangan. Hamma jismlar uchun (diskdan tashqari) Reynolds soni oddiy usul bilan, ya'ni oqim yo'nalishida o'lchangan uzunlik bo'yicha

aniqlangan, disk uchun esa, u oqimga perpendikulyar joylashgan bo'lsa ham, diametri bo'yicha aniqlangan.

To'qnashish qarshiligi suyuqlikda harakatlanuvchi yoki oqim ichida joylashgan jismlarga ta'sir ko'rsatuvchi yagona kuch emas. Aniqlanishi bo'yicha, u, suyuqlikni jismga nisbatan harakatlanish tezligining yo'nalishi kabi yo'nalishga ega. Simmetrik jism, o'zining simmetriya o'qi bo'ylab harakatlanganda, unga ta'sir qiluvchi gidrodinamik kuch to'g'riga yo'nalgan va to'qnashish qarshiligi ko'rinishida bo'ladi. Lekin, simmetrik jism o'zining simmetriya o'qiga biron-bir burchak ostida harakatlansa, unda gidrodinamik kuch uning yo'lga burchak ostida ta'sir qiladi. Uni ikkita tarkibiy qismga bo'lish mumkin, bittasi orqaga yo'nalgan va to'qnashish qarshiligi ko'rinishida bo'ladi, ikkinchisi to'g'ri burchak ostida birinчисiga ta'sir ko'rsatadi.

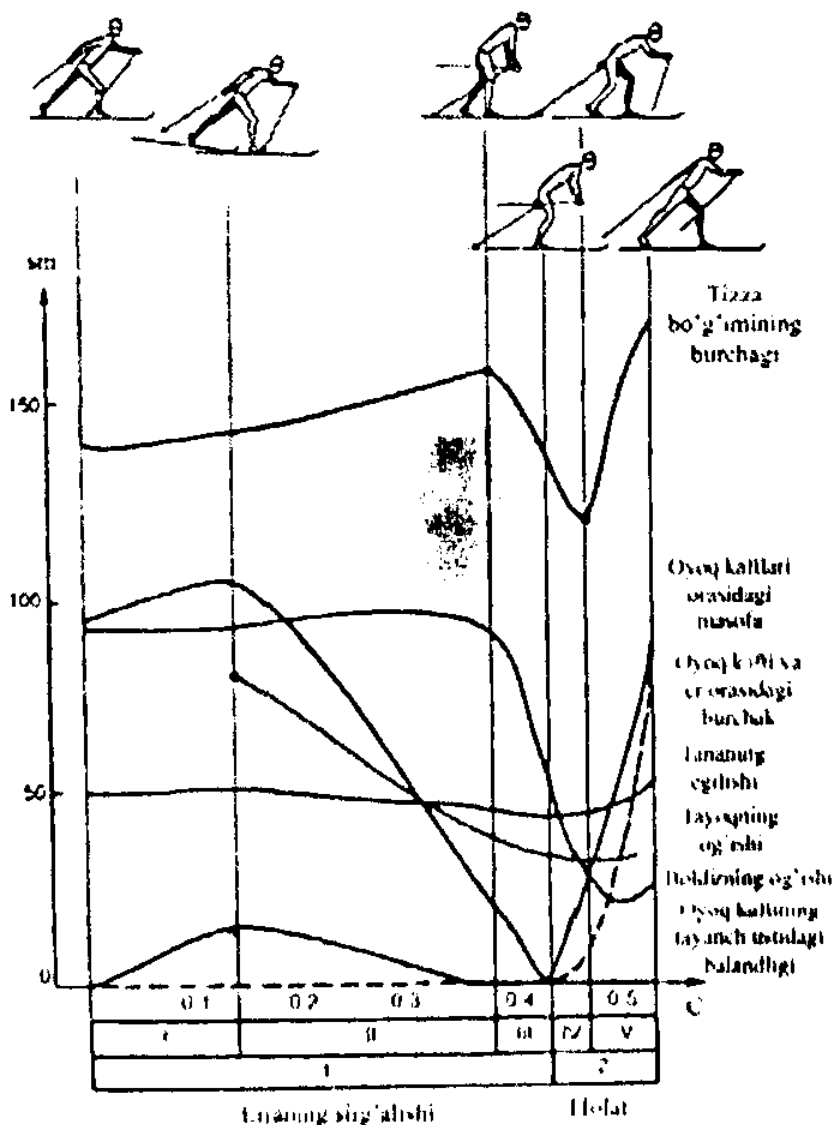


Rasm 7.32. To'qnashish qarshiligi koeffitsientini: o'zining harakatlanishi yo'nalishiga perpendikulyar joylashgan disk uchun; o'z o'qiga nisbatan perpendikulyar harakatlanayotgan uzun silindr uchun; o'z o'qi bo'ylab harakatlanayotgan shar va shakli kam qarshilikka uchraydigan jism uchun Reynolds soniga bog'liqligi (R.Aleksander, 1970 bo'yicha)

Suzuvchining energetikasi. Odam suzayotganda, suvga ma'lum bir miqdorda energiyani chiqaradi, bu uni oldinga qarab harakatlanishi (suzishi) uchun zarur. Bunda to'lqin hosil bo'ladi va issiqlik ko'rinishidagi suvga chiqarilgan energiya oxir-oqibat yo'qoladi, suvning yuzasi yana tinch holatga keladi. Suzish paytida ushbu shaklda sarflangan energiya, amalga oshirilgan ish va suzuvchi yo'qotgan issiqlik ko'rinishida namoyon bo'ladi.

Chang'i sporti.

Chang'i poygasida erkin sirg'anish, qorda chang'ilar va tayoqlar yordamida itarilish, qo'llar va oyoqlarni siltash harakatlari va gavnani oldinga-yuqoriga tashlash (siljitish) kabi harakatlar uyg'un sodir bo'ladi (rasm 7.33).



Rasm 7.33. Chang'ilarida navbat bilan yurish fazalari (X.X. Gross bo'yicha)

Erkin sirg'anish (faza I) chang'ilarning qor ustida ishqalanishini tormozlov-chi kuch ta'siri va havoning ozgina qarshiligi bilan sodir bo'ladi. Tezlikni kam yo'qotish uchun, yuqoriga-oldinga yo'nalgan keskin harakatlarni (qo'l yoki oyoq bilan) bajarish kerak emas. Erkin sirg'anish tayoqlarni qor ustiga qo'yish bilan tugallanadi.

Keyin esa, tayanch oyoqni to'g'rilash bilan sirg'anish fazasi (faza II) boshlanadi. Chang'ichi, tanasini oldinga egishni oshirish va tayoqlarni kuch bilan bosish orqali sirg'anish tezligini oshirishga intiladi.

Chang'i sirg'anayotgan paytidayoq o'tirish (faza III) boshlanadi. Tayanch oyoq tizza va tos-son bo'g'imlarida tez to'g'rilangan paytda chang'ichining tezligi tez yo'qoladi (so'nadi) va to'xtaydi. Faza III da boshlangan o'tirish, faza IV da davom etadi va yakunlanadi; oldinga tashlanish - olib o'tiladigan oyoqni oldinga harakatlanishi bilan birga o'tadi. O'tirish yakunlanishi bilan, tizza bo'g'imida tayanch oyoqning to'g'rilanishi (faza IV) boshlanadi, bu, yakunlovchi oldinga tashlanish bilan birga o'tadi.

Shuni aytish lozimki, oldinga harakatlanish tezligining ortishi bilan sirg'anuvchi qadamning ritmi o'zgaradi (chang'i yordamida itarilish vaqti qisqaradi; o'tirish va itaruvchi oyoqni to'g'rilash tezroq bajariladi).

Chang'i uchish texnikasining asosi bo'lib, navbat bilan qadam qo'yish hisoblanadi, bunda har bir qadamni qo'yishda tayoq ham qorga qo'yiladi. Bu hol, normal yugurishga mos keladi va chang'ilar yordamida ritmik sirg'anishga o'tadi. Mos ravishdagi oyoqni qorli asosdan kuchli depsinishi va tayoqlar bilan itarish orqali sirg'anish boshlanadi. Ikkala oyoqlar taxminan yonma-yon turganda itarilish boshlanadi. Chap oyoq itarish harakatini bajarayotganda, o'ng oyoq sirg'anuvchi bo'ladi. Bunda gavdaning massasi depsinuvchi oyoqdan sirg'anuvchi oyoqqa o'tadi. Musobaqachi chang'ichi ko'pincha bitta chang'ida sirg'anadi. Faqatgina, oyoq bilan depsinish oralig'ida ikkala chang'i ham qisqa muddat baravariga qorga tegadi.

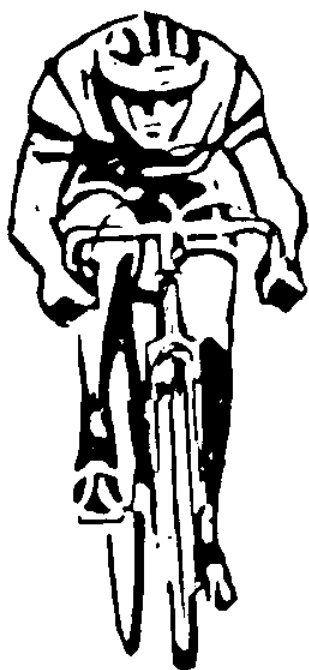
Velosiped sporti

Velosipedchi uchta qarshilik kuchini engib o'tishi kerak (rasm 7.34):

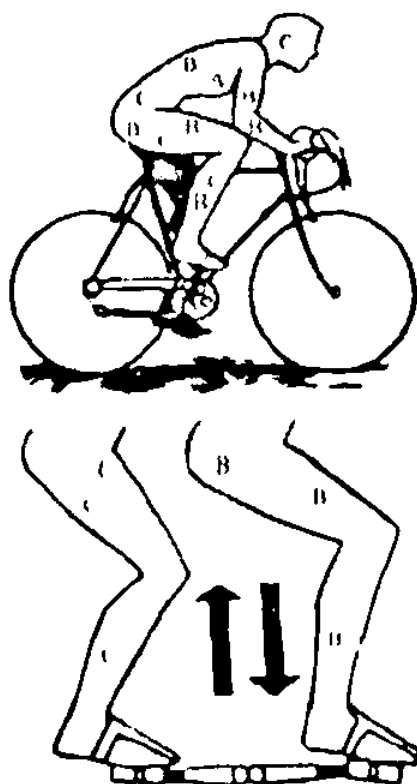
1) qarama-qarshi havo oqimining qarshilik kuchini; 2) tebranishning ishqalanish kuchini; 3) tepalikka chiqish paytida itarib tushiruvchi kuchni.

Qarshilikning tashqi kuchlariga sportchi o'zining mushak kuchlarini, to'g'ri o'tirishini va boshqalarni qarshi qo'yadi. Pedallarni bosish jarayonida ishlaydigan mushaklar 7.35-rasmda ko'rsatilgan.

Masofani bosib o'tishdagi asosiy to'siq - havoning qarama-qarshi oqimi. Tezlik qanchalik katta bo'lsa, havo oqimining qarshilik kuchi shuncha katta bo'ladi. Havoning qarshiligini bir nechta usullar yordamida kamaytirish mumkin.



Rasm 7.34. Velosipedchining o'tirishi



Rasm 7.35. Velosipedni haydash jarayonida ishtirok etuvchi mushaklar: A - nafas mushaklari; B - pedalni pastga o'tkazishda ishtirok etuvchi mushaklar; C - pedalni yuqoriga o'tkazishda ishtirok etuvchi mushaklar

Havo oqimi F_q ning qarshilik kuchi quyidagi omillarga bog'liq: A - qarshilik yuzasining kattaligi, uni to'g'ri o'tirish bilan o'zgartirish mumkin; K_q - qarshilik koeffitsienti, u, velosipedchi qad-qomati shaklini kam qarshilikka uchrashiga va kiyimi yuzasining kattaligiga bog'liq; ρ - havo zichligi, u tekis joyda taxminan doimiy, tog'li joylarda ancha past; V^2 - tezlik kvadrati. Havoning qarshiligi, velosipedchining tezligiga proporsional ravishda emas, balki ancha kuchli ortadi.

$$F_q = A \cdot K_q \cdot \frac{\rho}{2} \cdot V^2. \quad (7.3)$$

Ushbu kuch, shamol qarshidan esgan paytda ortadi, orqadan esgan paytda esa kamayadi, bu hol, tezlikni kamayishi yoki ortishiga olib keladi. Havo oqimining qarshilik kuchini kamaytirish uchun shunday o'tirish lozimki, velosipedchi egallagan yuza (A) nisbatan katta bo'lmasin. Sprint paytida iloji boricha gorizontal o'tirishga erishish lozim. Havo qarshiligini kamaytirish uchun maxsus shlem va kiyim (kombinezonlar) kiyiladi.

Velosipedchining harakat tezligiga tebranishning ishqalanish kuchi (shinalarni shosse qoplamasi yuzasiga ishqalanishi) ta'sir qiladi. Velosipedchi qanchalik og'ir bo'lsa, tebranishning ishqalanishi shunchalik katta bo'ladi; shinalar qanchalik yo'g'on va damlanganlik darajasi qanchalik kam bo'lsa, tebranishning ishqalanishi shunchalik katta bo'ladi. Shosse qoplamasining sifati, g'ildiraklarning kattaliklari ham velosipedchining tezligiga ta'sir qiladi.

Tebranishning ishqalanish kuchi F_{ish} quyidagi omillarga bog'liq:

- F_n - normal kuch, sportchini velosiped bilan birgalikdagi og'irligiga mos keladi (agar u harakat sodir bo'layotgan yuzaga nisbatan perpendikulyar yo'nalgan bo'lsa);

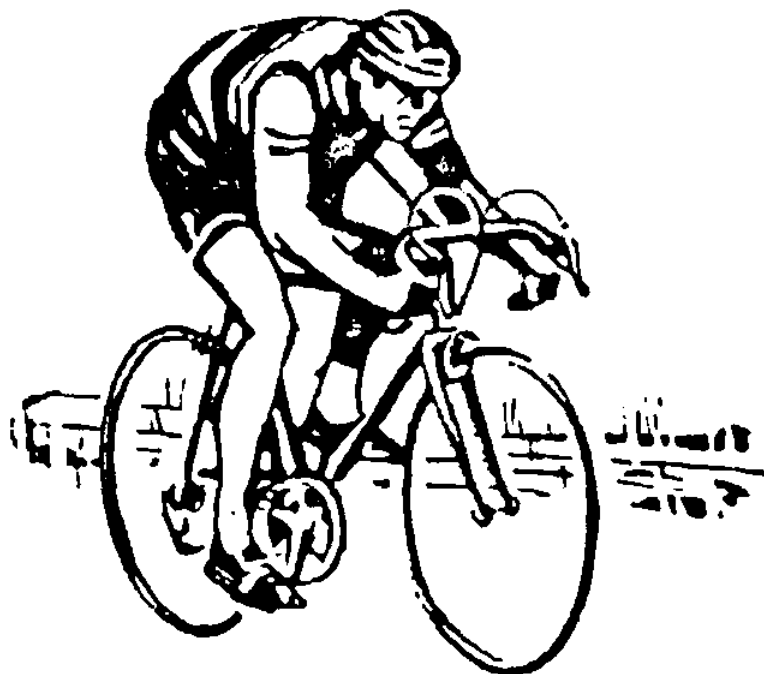
- r - g'ildiraklarning radiusi;

- f - shinaning nazariy tayanch nuqtasi va harakat sodir bo'layotgan yuza bilan shinaning aynan uchrashuv nuqtasi o'rtasidagi masofa. Shundan kelib chiqib, quyidagi formulaga ega bo'lamiz:

$$F_{ishqalanish} = F_n \cdot \frac{f}{r}. \quad (7.4)$$

Shossedagi poyga paytida velosipedchinung o'tirishi maksimal ravishda qarshilikka kam uchraydigan shaklda bo'lishi va shu vaqtning o'zida, ichki a'zolarining

ishlashiga to'sqinlik qilmasligi kerak (rasm 7.36). Tepalikka chiqish paytida velosipedchining o'tirishi quyidagicha bo'lishi mumkin: 1) qo'l barmoqlari tormoz richaglari ustida; 2) kaftlar rulni markazida bo'lib uni ushlab turadi; 3) gavdaning og'irlik markazi o'zgarishi mumkin bo'lgan holat.



Rasm 7.36. Shossedagi poygada velosipedchining o'tirishi

Tepaga chiqish paytida tezlik katta emas, orqaga tortuvchi kuch hal qiluvchi bo'lib qoladi, qarama-qarshi havo oqimining qarshiligiga e'tibor bermasa ham bo'ladi.

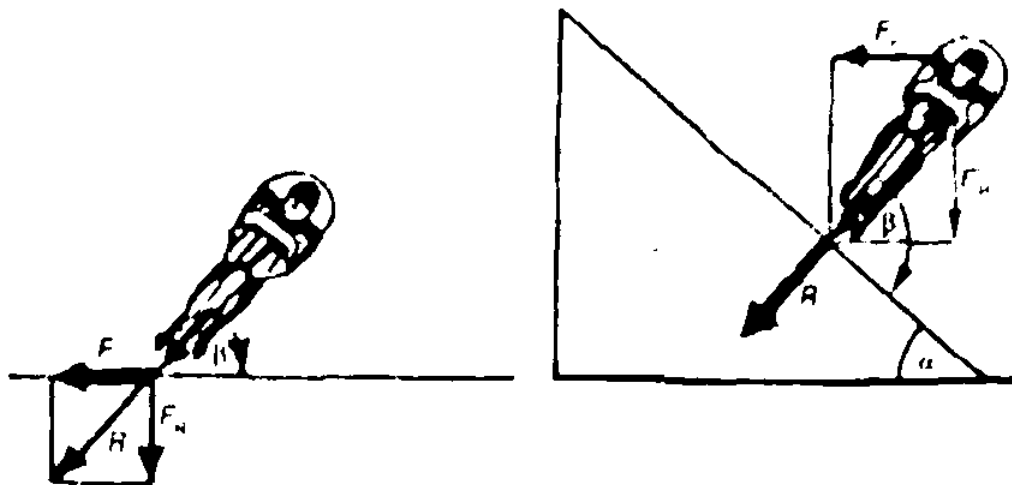
Orqaga tortuvchi kuch (F_{or}) uchun quyidagi omillar hal qiluvchi hisoblanadi: G - sportchining velosiped bilan birgalikdagi summar og'irligi; l - yo'l uzunligi; h - 100 m yo'ldagi tepalik balandligi.

$$F_{or} = G \cdot \frac{h}{l}. \quad (7.5)$$

Sportchining velosiped bilan birgalikdagi og'irligi va tepaga chiqishning (balandlikning) keskinligi qanchalik katta bo'lsa (masalan, 6 %), orqaga tortuvchi kuch shunchalik katta bo'ladi.

Burilishni bajarish paytida markazdan qochuvchi kuch yuzaga keladi, uning kattaligi uchta omilga bog'liq: 1) tezlik va sportchining velosiped bilan birgalikdagi og'irligi qanchalik katta bo'lsa va aylanish radiusi qanchalik kichik bo'lsa, markazdan qochuvchi kuch shunchalik katta bo'ladi; 2) markazdan qochuvchi kuchga qarshilik ko'rsatish uchun sportchi velosiped bilan birgalikda aylanadigan tomonga og'ishi zarur.

7.37-rasmda markazdan qochuvchi kuch va virajdan o'tish paytida yuzaga keladigan boshqa kuchlarning o'zaro ta'sir qilish yo'nalishlari ko'rsatilgan; 3) virajning shakli va tezlikka bog'liq ravishda sportchi shunday og'ishi kerakki, velosiped va trek yuzasi o'rtasidagi burchak 70° dan 110° gacha bo'lsin. Ideal holatda ushbu burchak 90° ga teng bo'lishi kerak.



Rasm 7.37. Virajdan o'tish paytida velosipedchiga ta'sir qiluvchi kuchlar: F - markazdan qochuvchi kuch, F_n - normal kuch, R - rezultrlovchi, α - trek qiyaligining burchagi, F_c - orqaga tortuvchi kuch, β - og'ish burchagi

Lekin ayrim holatlarda, poygachi trek bo'ylab sekin yurishi lozim, masalan, sprintda, juft guruhdagi poygada va h.k. Bunday holatlarda, o'ta sekin tezlikda yiqilib tushish mumkin, chunki g'ildirak pastga sirg'anib ketadi. Sekin yurganda yoki to'liq to'xtashga harakat qilganda markazdan qochuvchi kuchlar juda kichkina yoki hattoki nolga teng, demak virajda og'ish mumkin emas.

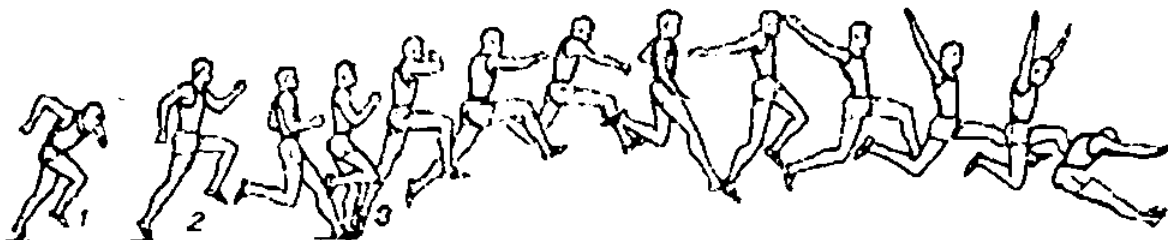
Tepada yurishning afzalligi, orqaga tortuvchi kuchdan (F_c) tezlikni ancha oshirish uchun foydalanish imkoniyatidadir. Orqaga tortuvchi kuch egri chiziq (qiyalik) balandligiga (h) va sportchining velosiped bilan birgalikdagi og'irligiga (G) to'g'ri proporsionaldir.

$$F_c = G \cdot h. \quad (7.6)$$

Sportchi qanchalik og'ir bo'lsa va virajda qanchalik baland joylashgan bo'lsa, orqaga tortuvchi kuch shunchalik katta bo'ladi. Agar, poygachi finish virajidan chiqish paytida, uning ustki qismida raqibi bilan bir xil darajada bo'lsa uning finishga birinchi kelish imkoniyati ustun bo'ladi.

Sakrashlar

Sakrash paytida, ikkala oyoqlar o'z bo'g'imlarida (tos-son, tizza, boldir-oshiq) bukilganidan so'ng, rostlovchi mushaklarning tez va kuchli qisqarishlari tufayli to'g'rilanadi va deqsinish orqali erdan uziladi, bu gavnaga o'tadi. Bunda, sakrash yo'liyida turib amalga oshiriladi - gavnaga vertikal yo'nalishda ko'tariladi yoki gavnaga oldinga va yuqoriga qarab harakatlanish xabar qilinadi (rasm 7.38).



Rasm 7.38. Yugurib kelib uzunlikka sakrash

Yugurib kelib uzunlikka sakrash. Odam qanchalik tez yugursa, shunchalik uzoqqa sakrashi mumkin. Yugurishning kinetik energiyasidan, ma'lum holatlarda balandlikka sakrash paytida ham foydalanish mumkin. Langar cho'pi bilan sakrash ushbu tamoyilga asoslangan (G.H. Dyson, 1962).

Sakrashdan oldin og'irlik markazi erdan 90 sm balandlikda joylashgan bo'ladi, sakrash paytida esa, to'sindan biroz yuqorida bo'ladi. Masalan, "vestern-roll" usuli ishlatilgan paytda gavnaning og'irlik markazi (CM) to'sindan 15 sm balandga ko'tarilishi mumkin (G.H. Dyson, 1962).

Odam joyidan turib sakraganda, ushbu aktda ishtirok etadigan har bir mushak faqat bir marta qisqaradi. Mushak rivojlantiradigan maksimal kuch, uning ko'ndalang kesimi yuzasiga proporsionaldir. Mushakning kaltalanishi uning uzunligiga proporsional bo'lishi mumkin. Shundan kelib chiqqan holda, yakka qisqarish paytida mushak bajaradigan ish, uning uzunligini ko'ndalang kesimi yuzasiga ko'paytirishga, ya'ni hajmiga proporsionaldir. Bir xil hajmdagi (yoki og'irlikdagi) mushaklar bir xil ish bajarishga qobiliyatlidir. Massasi m bo'lgan bir hayvonni tasavvur qilaylik, uning sakrashida ishtirok etadigan mushaklari massasi m' . Ushbu mushaklar yakka qisqarish

paytida Km' ishni bajarishga qodirdir. Ushbu ish, hayvonning tanasi erdan uzilayotgan paytida paydo bo'ladigan kinetik energiyaga teng:

$$\frac{1}{2}mu^2 = Km', \quad (7.7)$$

$$u^2 = \frac{2Km'}{m},$$

bunda u - uzilish lahzasidagi tezlik. Agar, hayvon vertikal sakraganda, $\frac{u^2}{2g} = \frac{Km'}{mg}$

balandlikka ko'tarilgan bo'lar edi. Agar, 45° burchak ostida sakraganda, u , boshlang'ich

punktдан $u^2/g = \frac{2Km'}{mg}$ masofaga borib tushgan bo'lar edi. Shuning uchun, sakrash paytida

ishlatiladigan mushaklar massasining nisbatlari gavdaning umumiy massasiga teng

bo'lgan (ya'ni, $\frac{m'}{m}$ kattaliklari teng) har xil hayvonlar, tana kattaliklaridan qat'iy nazar,

bir xil balandlikka va bir xil masofaga sakrash qobiliyatiga ega deb o'ylash mumkin.

Mushaklarga nisbatan boshqa tasavvurni ko'rib chiqaylik. Sakrash qobiliyati,

mushaklar rivojlantirishi mumkin bo'lgan maksimal kuch bilan chegaralansin va mushak

to'qimasi massasining birligi KI kuchni rivojlantirishi mumkin, deb hisoblaylik.

Mushaklar qisqarishi boshlanishidan oyoqlarning erdan uzilishi lahzasigacha o'tgan

vaqtda hayvonning og'irlik markazi e masofaga siljisin. Ko'pchilik hayvonlar uchun l

oyoqlarning uzunligidan birmuncha kichik bo'ladi. Biz bilamizki, erdan uzilish lahzasida

$\frac{1}{2mu^2}$ ish bajarilgan bo'lishi zarur. Kerakli kuchni topish uchun, ushbu ishni

bajariladigan t vaqtga bo'lishimiz lozim. Hayvon l masofani t vaqtda o'ta turib, tezlikni

0 dan to U ga qadar oshiradi. Tasavvur qilaylikki, tezlanish doimiy va tenglamadan

foydalanamiz. Unda quyidagiga ega bo'lamiz

$$l = (0 + u) \frac{t}{2}, \quad t = \frac{2l}{u}. \quad (7.8)$$

Ushbu vaqt ichida $\frac{1}{2mu^2}$ ishni bajarish uchun kerak bo'lgan kuch $\frac{mu^3}{4l}$ ni tashkil

qiladi, sakrash paytida ishlatiladigan mushaklar rivojlantirishi mumkin bo'lgan kuch

Km' ga teng. Bundan

$$K^1 m^1 = \frac{mu^3}{4\ell},$$

$$u = \left[\frac{4K^1 \ell m^1}{m} \right]^{1/3}. \quad (7.9)$$

Agar, hayvon shu tezlik bilan erdan vertikal ravishda uzilsa, u $\frac{u^2}{2g} = \frac{\left[\frac{4K^1 \ell m^1}{m} \right]^{2/3}}{2g}$ balandlikka sakraydi. Agarda, u, 45° burchak ostida erdan uzilsa, $\frac{u^2}{g} = \frac{\left[\frac{4K^1 \ell m^1}{m} \right]^{2/3}}{g}$ masofaga sakragan bo'lar edi. Har xil kattalikdagi, lekin sakrash paytida ishlatiladigan mushaklar massasi nisbatan teng bo'lgan hayvonlar uchun, sakrashning eng katta balandligi va uzunligi tezlanish yo'lga (ya'ni, tezlik 0 dan to U gacha bir tekis oshadigan yo'lga) $2/3$ darajasida proporsional bo'lishi kerak.

Sportchi yugurib kelib 8 m uzunlikka sakrashi mumkin. Yuqorida ko'rib chiqilgan formulalar yordamida, sportchi erdan uzilishidagi boshlang'ich tezligini (uzilish tezligi) taxminan aniqlash mumkin. Erdan uzilish burchagi optimal 45° bo'lganda zaruriy tezlik tenglamasidan aniqlanadi, bundan

$$u = \sqrt{800 \cdot 981} = 885.8 \text{ sm/s}. \quad (7.10)$$

Demak, erdan uzilish tezligi 885,8 sm/s ni tashkil qiladi, havo qarshiligini hisobga olmagan holda.

Agar, uzilish burchagi 55° , sakrash uzunligi esa o'sha bo'lsa, sportchi erdan uziladigan tezlikni quyidagi tenglamadan topish mumkin

$$\frac{u^2 \sin^2 10^\circ}{g} = 800, \quad (7.11)$$

demak,

$$u = \sqrt{\frac{800 \cdot 981}{0,94}} = 913 \text{ sm/s}. \quad (7.12)$$

Agar, bunda tezlanish doimiy bo'lsa, uni quyidagi formula yordamida hisoblash mumkin bo'lar edi:

$$(913)^2 = 2a \cdot 4, \quad (7.13)$$

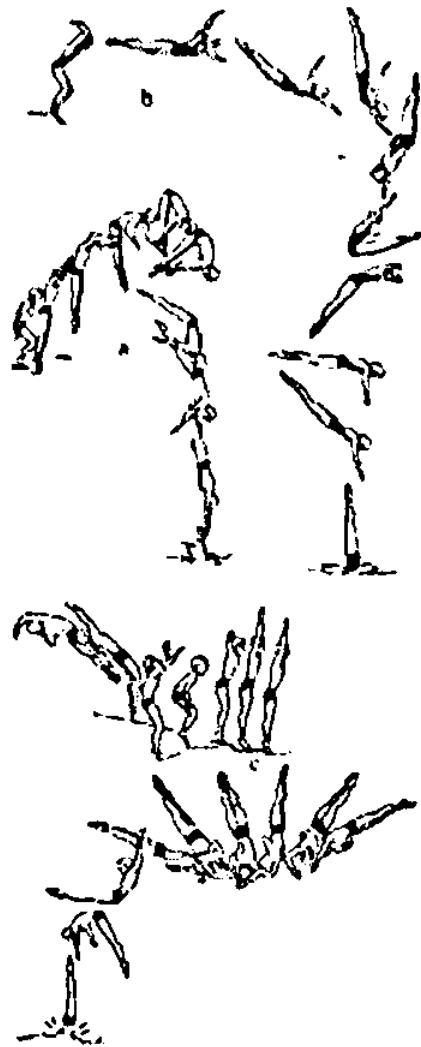
$$a = 104196 \text{ sm/sek}^2.$$

Agar, sportchining gavda massasi m grammga teng bo'lsa, unga shunday tezlanishga erishishi uchun $104196 m \text{ din}$ kuch kerak bo'lar edi. Bir *din* - bu, 1 gramm massaga 1 sm/sek^2 ga teng tezlanishni xabar qilish uchun zarur bo'lgan kuch (ya'ni, uning tezligini har bir soniyada 1 sm/s ga oshirish).

Suvga sakrash

Suvga sakrash sportning texnik-kompozitsion turiga kiradi va o'z ichiga tramlindan va havozadan sakrashlarni oladi. Sakrashlar oldinga qarab yoki orqa bilan turib, aylanma harakatlanish, vint, qo'llarda turgan holda bajariladi (rasm 7.39).

Tramplin va havozadan sakrash texnikasining asosiy elementi yugurib kelish, depsinish, uchish fazasi va suvga kirish. Sakrashni bajarish depsinishga bog'liq. Bunda, depsinishning yo'nalishi bilan uchishning keyingi traektoriyasi belgilanadi, uni sportchi uchish fazasida o'zgartira olmaydi. Uchish fazasi oyoqlarning taxtadan uzilishi bilan boshlanadi va suvning yuzasiga kelib tegish bilan yakunlanadi. Uchish fazasiga depsinish orqali kiriladi va u, uchishning optimal traektoriyasini va harakatlarning bajarilishini belgilaydi. Suvga kirishning asosiy talabi, gavdaning suvga kirayotgan qismini suvning yuzasiga nisbatan vertikal holatda bo'lishi hisoblanadi, bu, deyarli suvni sachratmasdan unga kirish uchun zarur.



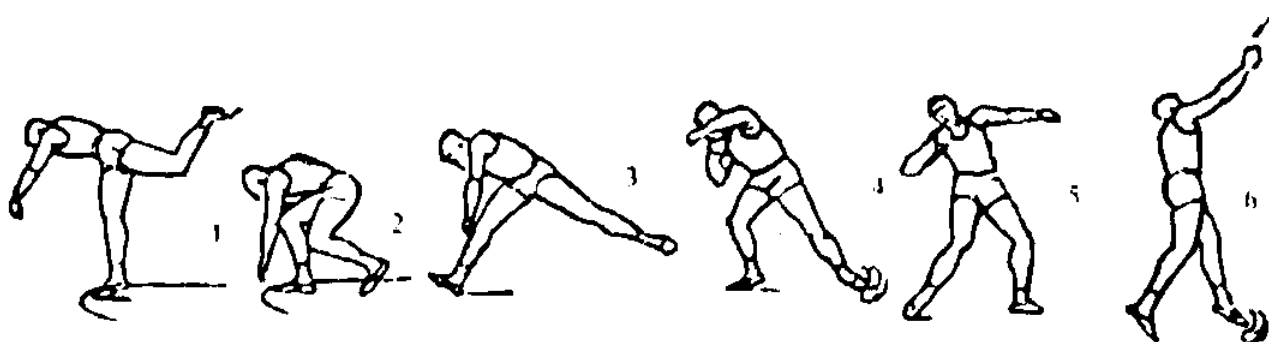
Rasm 7.39. Suvga sakrash

a - oldinga qarab turib, yarim aylanishli oldinga bukilgan holda sakrash; b - oldinga qarab turib bir yarim marta oldinga aylangan holda, bukilib uchish; v - orqaga qarab bir yarim marta aylangan holda ikki yarim vint bilan sakrash

Yadro uloqtirish

Yadro uloqtirishda harakatlar ketma-ketligini uchta fazaga bo'lib ifodalash mumkin: sakrash, tananing burilishi va qo'lni rostlash (rasm 7.40). Yadroning uchish uzunligi yadroning tracktoriyasiga, start nuqtasidan yadroni itqitish lahzasigacha, sakrash tezligiga (ya'ni, mashqning birinchi fazasiga), rostlangan qo'l bilan yadroni itqitish tezligiga, yadroni itqitish balandligiga, sportchining massasiga va boshqalarga bog'liq.

Yadroni itqitishning o'rtacha balandligi taqqiqt qilingan sportchilarning o'rtacha bo'yidan (183 sm) 155 mm ga yuqori bo'lishini S.Francis (1948) aniqlagan.



Rasm 7.40. Yadro uloqtirish (yadro uloqtirishning 1-6-fazalari)

Og'ir atletika

Og'ir atletika - sportning shunday turi hisoblanadiki, u, mashqlarni harakatlar tizimi sifatida yuqori aniqlik bilan qayta tiklashni talab qiladi. Og'irliklarni (shtanga) ko'tarish bo'yicha musobaqalar sportning shunday turiga kiradiki, unda jismoniy kuch va texnika bir xil darajada etakchi rol o'ynaydi.

Kuchni rivojlantirish uchun mashqlar juda xilma-xildir, ularni shtanga, toshlar, gantellar, kuch bilan tortadigan snaryadlar (trenajerlar) va hokazolar yordamida bajarish mumkin. Bu mashqlar, ko'pchilik sport turlarida o'zini yaxshi ko'rsatgan va sportchilarda kuch va chidamlilikni rivojlantirishga xizmat qiladi. Katta og'irliklar bilan bajariladigan mashqlar maksimal kuchni rivojlantirish uchun qo'llaniladi, yuqori tempda bajariladigan mashqlar yordamida esa tezlik kuchi rivojlantiriladi, ya'ni tezlik-kuch sifatlari.

Shtangachining maqsadi, ko'tarish bilan bog'liq bo'lgan harakatlar davrida, kichkina tayanch maydonida gavda muvozanatini saqlagan holda shtangani ko'tarish hisoblanadi. Bunda, harakatlar ko'tarish fazasidan to tayanch fazasigacha farqlanadi. Ma'lum bir vaqtda (shtangaga ta'sir ko'rsatish uchun) shtangani ushlab turish paytida, oyoqlarni mustahkam turishida zarur bo'ladigan o'zgarishlarni bajarish uchun, nisbatan uncha katta bo'lmagan kuch talab qilinadi. Kuch vertikal yo'nalishda qo'llaniladi, lekin shtanga gavda korpusi darajasida S harfi singari egri chiziqda harakatlanishi tufayli, gorizonta kuchlar ham harakatga kelishi mumkin. Shtanganing tezlanishi unga ta'sir qiladigan kuchning kattaligiga hamda snaryadning massasiga bog'liq. Snaryadning

massasi qanchalik kichik bo'lsa, kuch teng qo'llanilgan paytda tezlik shunchalik katta bo'ladi va aksincha. Erishilgan maksimal tezlik, shtanganing tortilish balandligi deb nomlanadigan holati uchun hal qiluvchi hisoblanadi.

"Shtanga-korpus" tizimiga ta'sir ko'rsatuvchi kuchlar, tortilish fazasining asosiy davrida, faqatgina tana qismlarini ko'tarish fazasidan to uzilishgacha zarur bo'lgan qayta guruhlariga birlashtirish uchun ishlatilishi kerak. Mushak kuchini shtangaga ta'sir ko'rsatishi shtanganing elastik deformatsiyalanishini belgilaydi. Snaryaddagi elastik kuchlar deb nomlangan kuchlar paydo bo'ladi. Ular shtanganing tezlashishiga va uni mustahkam siljirilishiga ko'maklashadi. Shtanganing elastik ta'siridan foydalanish uchun, shtangachi trenirovka davrida, ma'lum darajada ritmni sezish qobiliyatini ishlab chiqishi kerak.

Shtangani siljitish paytida sportchi turli kuchlarga erishadi va ularni engadi: a) shtanganing og'irligini (tortish kuchi); b) shtanga massasi va tezligiga bog'liq bo'lgan shtanganing inersiya kuchini;

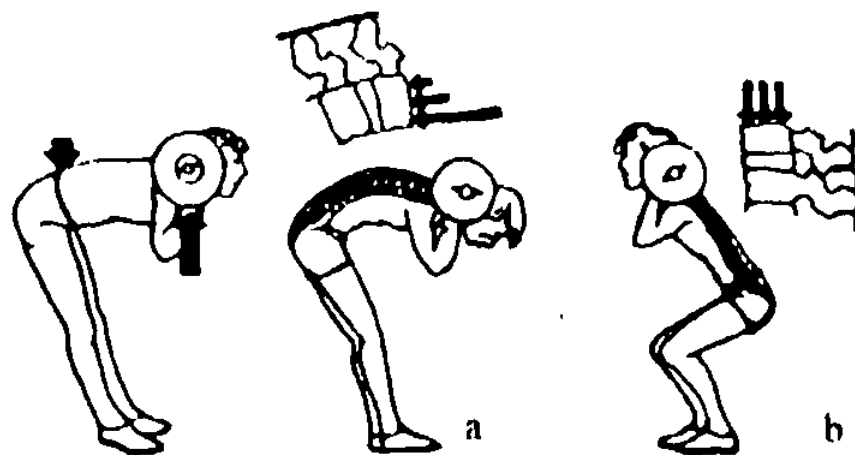
v) o'z gavdasining og'irlik kuchini va inersiya kuchini.

Sportchining texnikasini va kuchini baholash uchun ushbu omillar hal qiluvchi mezonlar hisoblanadi. Mashqlar texnikasini o'zlashtirish qadri to'g'ri ushlashni o'rganishga ko'maklashadi.

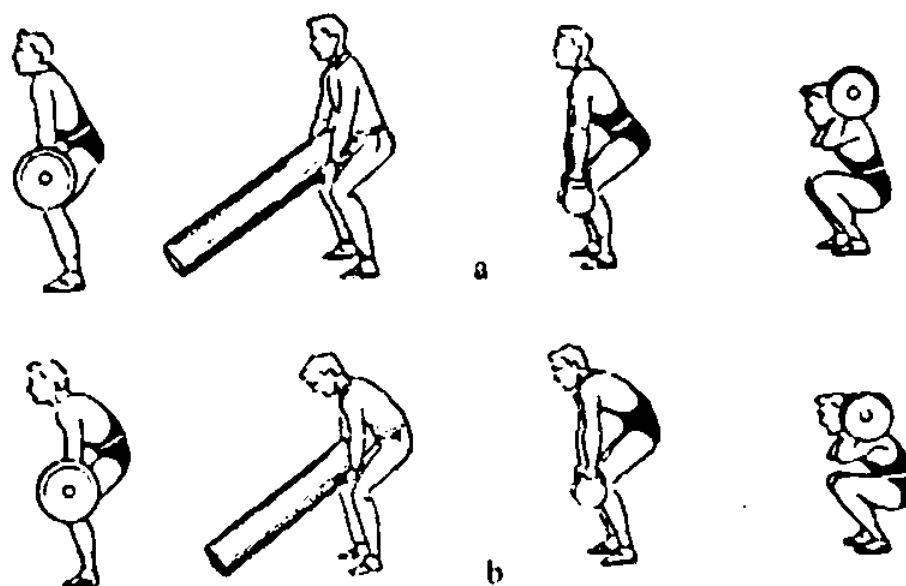
Muhim mashqlarga - shtangani elkada ko'tarib turib o'tirish va egilishlar kiradi (rasm 7.41). Og'irliklar bilan mashq bajarish paytida qadni to'g'ri (normal) ushlashni o'rganish 7.42-rasmda ko'rsatilgan.

Og'ir atletikachi harakatlarini muvofiqlashtirish ayrim omillar natijasida qiyinlashadi:

1. Chegaraviy og'irlikdagi shtangani ko'tarish paytidagi qiyinchiliklar - bu majmuaviy omil: a) atlet har doim ko'tarayotgan shtanganing og'irligini almashtirishi lozim, bu mushaklar kuchlanishining muvofiqlashuvini o'zgartirishga majbur qiladi; b) atlet dast ko'tarib olish va siltab ko'tarish mashqlarini, og'irlikning chegaraviy xarakteri bilan bog'liq bo'lgan shtanga og'irligining musobaqadagi variantlarida ko'p marta qaytarish imkoniyatiga ega emas.



Rasm 7.41. Shtangani ko'tarish paytida umurtqa pog'onasiga og'irlik tushishi:
a - noto'g'ri; b - to'g'ri



Rasm 7.42. Og'irliklar bilan trenirovka qilish:
a - to'g'ri; b - noto'g'ri

2. Og'ir atletikachilarning kuch jihatdan tayyorgarligidagi ancha katta o'zgarishlar, trenirovka jarayonida, "atlet-shtanga" tizimida ichki kuchlarning katta o'zgarishlari bilan bog'liq holda shtangani ko'tarish texnikasini mos ravishda o'zgartirishga majbur qiladi.

3. Mashqlarning barchasini yoki uning alohida qismlarini qisqa muddatligi, qaytar aloqalarning funktsiya qilishiga asoslangan harakatlarni joriy korreksiya qilish imkoniyatini chegaralaydi.

U yoki bu mushaklarning kuchini rivojlantirish (trenirovka qilish) uchun sportchining dastlabki holati muhim hisoblanadi. Sportchini, elkasida 50 kg shtanga

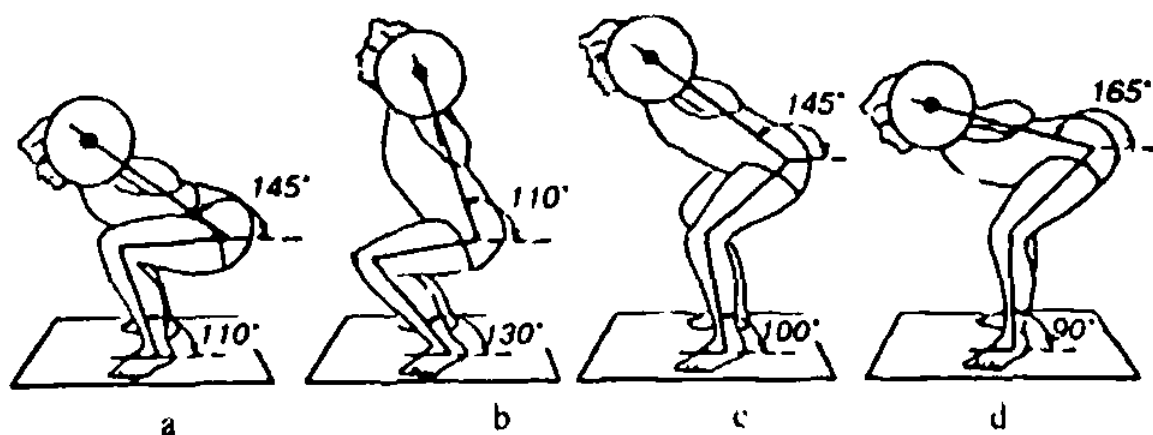
bilan holatlarning birida o'tirishi 7.43-rasmda ko'rsatilgan va shtanganing ta'sir kuchi hamma joyda bir xil, ya'ni 50 kg bo'lishiga qaramasdan, alohida bo'g'imlarga ta'sir ko'rsatuvchi kuch momenti har xil bo'ladi (jadval 7.6).

Jadval 7.6

Elkada 50 kg shtanga bilan o'tirish paytida mushaklarning harakati tufayli oyoqlarning bo'g'imlarida paydo qilinadigan kuchlarning aylanuvchi momentlari (nyutonometrlar, sportchining vazni 75 kg) (S.Plagenhof, 1971 bo'yicha)

Gavdaning holati	Bo'g'imlar		
	Tos-son	Tizza	Boldir-oshiq
A	+ 185	+ 70	+ 25
B	+ 76	+ 175	+ 4
V	+ 185	+ 10	+ 38
G	+ 218	- 22	+ 22

Jadvaldagi (+) belgisi, kuch momenti bo'g'imda rostlanishga yo'naltirilganini, (-) belgisi esa, momentni bukish yo'nalishidagi ta'sirini ko'rsatadi.



Rasm 7.43. Elkasida 50 kg shtanga bilan o'tirish paytida sportchi holatlarining variantlari (S.Plagenhof, 1971 bo'yicha). Ushbu holatlarning har birida ta'sir kuchi bir xil ($q = 50$ kg), bo'g'imlardagi kuchning aylantiruvchi momentlari har xil

Shunday qilib, bitta ta'sir kuchi paytida, turli holatlarda ularning kuch kattaliklari va alohida bo'g'imlarda ta'sir qiluvchi kuch momentlari har xil bo'lishi mumkin. Gavda holati noto'g'ri tanlanganda, umurtqa pog'onasi va bo'g'imlarga ta'sir ko'rsatuvchi kuch momenti chegaradan ortiqcha bo'lishi va jarohatlanishga olib kelishi mumkin (rasm 7.45 a, b, d), agar shtanga bilan mashqlar uzoq muddat, ko'p sonli qaytarishlar bilan

bajarilsa, unda tayanch-harakat apparatining kasalliklariga olib keladi. Mashqlar to'g'ri texnika bilan bajarilsa, bu holatlar yuzaga kelmaydi (rasm 7.43, b, 7,45, c, ga qarang).

Lokomotsiyalar energetikasi

Energetik almashinuv oziq moddalarni energiyaga qayta ishlanishi natijasida amalga oshiriladi. Energiya mushaklar funksiyasini ta'minlash uchun ishlatiladi. Umuman organizmdagi energiya mahsulotlarining jadalligi ajratilgan energiya-ning (tashqi ish, issiqlik) miqdoriga va vaqt birligida to'plangan energiyaga (oziqa moddalarining depolashtirilishi, tarkibiy qayta hosil qilish) bog'liq: ishlab chiqarilgan energiyaning umumiy miqdori - bu, tashqi ishlarning, issiqlik yo'qotishning va to'plangan energiyaning summasidir.

Energetik almashinuv vaqt birligidagi kilokaloriyalarda ifodalanadi. Lekin, Xalqaro birliklar tizimida (SI) energiyaning asosiy birligi sifatida djoul (D_j) qabul qilingan: $1 D_j = 1 Vt$.

$1 \text{ sekund} = 2,39 \cdot 10^4 \text{ kkal}$; $1 \text{ kkal} = 4187 D_j = 4,187 \text{ kDj} \approx 0,0042 \text{ MDj}$. Bundan kelib chiqadi, $1 \text{ kDj/soat} \approx 0,28 \text{ Vt} (\approx 0,239 \text{ kkal/soat})$ va $1 \text{ kDj/sut} \approx 0,012 \text{ Vt} (\approx 0,239 \text{ kkal/sut})$.

Odam harakatlarining mexanik energiyasi uning mushaklari kuchliligi va tashqi omillarning kuchliligi bilan belgilanadi.

Ma'lum bir vaqt bo'lagida mushaklar rivojlantiradigan ish, gavda mexanik energiyasining o'zgarishlariga mos keladi, u, o'z navbatida, ichki komponentdan tashkil topgan: gavdaning kinetik va potensial energiyasidan. Kinetik va potensial energiyani hisoblash paytida taxminan gavda kinematikasi bo'yicha yoki gavda umumiy og'irlik markazining siljishi bo'yicha aniqlanadi.

Yurish paytida potensial energiya o'zgaradi. Qo'sh tayanch vaqtida u minimal va vertikal momentda (ya'ni, erdan deysinishida) u maksimal bo'ladi. Potensial energiyani qo'sh tayanch vaqtiga kelib kamayishi, gavdaning kinetik energiyasini vertikal momentida ortishiga olib keladi. Shunday qilib, mushak energiyasini tejamli sarflanishi uchun sharoit yaratiladi. Lokomotor sikl vaqtida mushaklarning mexanik ishini

hisoblash bevosita va bilvosita kolorimetriya usuli yoki iste'mol qilinayotgan kislorodning miqdori bilan amalga oshiriladi.

Lokomotsiyalar tezligiga bog'liq ravishda energiya sarflanishining tezligi bir chiziqda o'smaydi.

Mushakning har qanday mexanik ishi, u qisqaradimi (yoki cho'ziladimi) yoki izometrik qisqarish holatida bo'ladimi farqi yo'q, doim energiya sarflanishini talab qiladi (jadval 7.7).

Yurish paytidagi qadam sikli vaqtida energiya sarflanishi o'zgaradi. Mexanik energiyaning (ishning) kamayishi oldinga depsinish paytidagi qadamda sodir bo'ladi, bunda oyoqlarning mushaklari, oldinga intilayotgan gavdaning inersiyasini engib, uni tormozlaydi va ko'proq cho'ziladi, ketingi depsinish vaqtida esa, mushaklarning asosiy qismi qisqaradi va shu orqali gavda oldinga siljiydi (harakatlanadi). Yurishning boshqa fazalarida mushaklarning faolligi ancha pasaygan bo'ladi.

Yurish, yugurish tempi, qadamning uzunligi gavdaning uzunligi bilan (ya'ni, bo'y bilan va ayniqsa, oyoqlarning uzunligi bilan) korreksiya bo'lishi qayd qilingan, natijada energiya sarflanishi va yurayotgan (yoki yugurayotgan) odam og'irligi o'rtasidagi ancha yuqori korrelyatsiya bilan birga o'tadi (H.J. Ralston, 1958; C. Wyndham et al, 1971; W.H. Walt, C.H. Wyndham, 1973).

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Адольф Э. Развитие физиологических регуляций. М., 1971.
2. Александер Р. Биомеханика. М., 1970.
3. Анохин П.К. Физиология и кибернетика / Вопросы философии. 1957. Вып. 4.
4. Антонов В.Ф., Черныш А.М., Пасечник В.И., Вознисенский С.А., Козлова Е.К. Биофизика. М., 2000.
5. Ахмедов Б.А., Хасанова С.А. Биомеханикадан практикум. Тошкент, 1986.
6. Ахмедов Б.А. Биомеханикадан амалий машгулот. Тошкент, 1993.
7. Батуев А.С., Таиров О.Ш. Мозг и организация движений. Л., 1978.
8. Белановский А.С. Основы биофизики в ветеринарии. М., 1989.
9. Березовский В.А., Колотилов И.И. Биофизические характеристики тканей человека. Справочник. Киев, 1990.
10. Битхем У.П., Паллей Г.Ф., Слакамб Ч.Х., Унвер У.Ф. Клиническое исследование суставов / Пер. с англ. М., 1970.
11. Бернштейн И.А. Очерки по физиологии движений и физиологии активности. М., 1978.
12. Бернштейн И.А. Физиология движения и активность. М., 1990.
13. Бранков Г. Основы биомеханики. Пер. с болг. М., 1981.
14. Бреслав И.С. Произвольное управление дыханием у человека. Л., 1975.
15. Броек Ю. Основы механики разрушений. М., 1980.
16. Буров Г.А., Гороховский Л.З., Ефимов С.П., Ефимов Л.И., Тишина Л.Н. Прыжки в воду. М., 1983.
17. Владимиров Ю.А., Рошупкин Д.И., Поталенко А.Я., Деев А.И. Биофизика. М., 1983.
18. Воробьев А.И., Сорокин Ю.К. Анатомия силы. М., 1980.
19. Глазер Р. Очерки основ биомеханики. М., 1988.
20. Гурфинкель В.С., Коц Я.М., Шик М.Д. Регуляция позы человека. М., 1965.
21. Джанколи Д. Физика. М., 1989.
22. Деньгуб В.М., Смирнов В.Т. Единицы величин. Словарь-справочник. М., 1990.
23. Донской Д.Д. Биомеханика физических упражнений. М., 1960.
24. Донской Д.Д., Защюрский В.М. Биомеханика. М., 1979.
25. Дубровский В.И., Федорова В.Н. Биомеханика. М., 2008.
26. Иваицкнй М.Ф. Анатомия человека. М., 1966.

27. Иваницкий М.Ф. Движение человеческого тела. М., 1938.
28. Иванов К.П. Основы энергетики организма. М., 1990.
29. Козаров Д., Шапков ЮЛ. Двигательные единицы скелетных мышц человека. Л., 1983.
30. Коренев Г.В. Введение в механику человека. М., 1977.
31. Кошкин Н.И., Ширкевич М.Г. Справочник по элементарной физике. М., 1965.
32. Кэй Дж., Лэби Т. Таблицы физических и химических постоянных. М., 1962.
33. Лакин Г.Ф. Биометрия. М. 1990.
34. Современные проблемы биомеханики. 1987. Вып. 4.
35. Мэрион Дис. Б. Общая физика с биологическими примерами. М., 1986.
36. Наглядный словарь человека. Лондон; Нью-Йорк; Штутгарт, М., 1995.
37. Обысов А.С. Надежность биологических тканей. М., 1971.
38. Перхурова И.С., Лузинovich В.М., Сологубов Е.Г. Регуляция позы и ходьбы при ДЦП и некоторые способы коррекции. М., 1996.
39. Проблемы прочности в биомеханике / Под ред. академика И.Ф. Рязиова. М., 1988
40. Процессы регулирования в биологии / Под ред. П.К. Анохина, М., Ил., 1960.
41. Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика. М., 1996.
42. Руководство по физиологии. Физиология движений. Л., 1976.
43. Свиридов А.И. Анатомия человека. Киев, 1976.
44. Сеченов ИМ. Очерк рабочих движений человека. М., 1901.
45. Синельников Р.Д. Атлас анатомии человека. В 4 т. М., 1989.
46. Смирнов В.М., Дубровский В.И. Физиология физического воспитания и спорта. М., 2002.
47. Смит Дж. Математические идеи в биологии. /Пер. с англ. М., 1970.
48. Таре С.М. Краткий курс теоретической механики. М., 1998.
49. Уткин В.Л. Биомеханические аспекты спортивной техники. М., 1984.
50. Уткин В.Л. Биомеханика физических упражнений. М., 1989.
51. Уэст Дж. Физиология дыхания. Основы / Пер. с англ. М., 1988.
52. Черниговский В.Н. Управление движением. Л., 1970.
53. Шмидт Р., Тевс Г. Физиология человека. М., 1996. Т. 1-3.
54. Юнкер Д., Микейн Д., Вейсброт Г. Велосипедный спорт. М., 1982.
55. Яворский Б.М., Селезнев Ю.А. Справочное руководство по физике. М., 1979.

MUNDARIJA

KIRISH		3
BOB I. ODAM GAVDASI TO'G'RISIDA UMUMIY TUSHUNCHALAR		6
1.1.	O'qlar va yuzalar	6
1.2.	Odam gavdasining og'irlik markazlari	10
1.3.	Organizm va uning a'zolari, a'zolar tizimi	15
1.4.	Organizm to'qimalari, ularning tuzilishi va funksiyalari	20
1.5.	Orqa miya va umurtqa pog'onasi	23
1.6.	Gavda va bosh harakatlarining mexanizmlari	25
1.7.	Umurtqa pog'onasi va boshning harakatlari	29
1.8.	Qo'llar harakatlarining mexanizmi	31
1.9.	Inson qaddi-qomati to'g'risida ayrim ma'lumotlar	34
1.10.	Gavda holati va harakatlarining asabli boshqarilishi	34
BOB II. SPORT BIOMEXANIKASINING PREDMETI VA METODI		43
2.1.	Biomexanikaning predmeti	43
2.2.	Sport biomexanikasining vazifalari	46
2.3.	Sport biomexanikasining nazariyasi	48
2.4.	Sport biomexanikasining metodi	49
2.5.	Sport biomexanikasining rivojlanishi	51
BOB III. KINEMATIK TAVSIFLAR		55
3.1.	Mexanik harakat	56
3.2.	Tezlik. Harakatlarni vaqt bo'yicha tavsiflari	62
3.3.	To'g'ri chiziq bo'ylab bir tekis harakat	67
3.4.	Tezlanish. Erkin tushish va uning tezlanishi	68
3.5.	Aylanma harakatlarni tebranma harakatlar bilan aloqasi	70
3.6.	Odam harakatlarini ifodalovchi elementlar	72
BOB IV. DINAMIK TAVSIFLARLAR		75
4.1.	Nyutonning birinchi qonuni	75
4.2.	Massa. Kuch. Nyutonning ikkinchi qonuni. Kuchlarni qo'shish	76

4.3.	Nyutonning uchinchi qonuni	79
4.4.	Moddiy nuqtaning kinetik energiyasi va mexanik ish	80
4.5.	Moddiy nuqtani aylana bo'ylab harakatlanish dinamikasi	82
BOB V. ODAM HARAKAT APPARATINING BOMEXANIKASI		85
5.1.	Biokinematik zanjirlar	85
5.2.	Biokinematik zanjirlardagi richaglar	89
5.3.	Biomexanik zanjirlar	93
5.4.	Mushaklar biodinamikasi. Mushak to'qimasining xususiyatlari	96
5.5.	Mushaklarning ishi	110
5.6.	Mushakning mexanik xususiyatlari	113
5.7.	Biomexanika elementlari va biomexanikasi	114
BOB VI. HARAKATLAR SIFATINING BIODINAMIKASI (BIOMEXANIKASI)		116
6.1.	Harakatlar (lokomotor) sifatlarining tavsiflari	120
6.2.	Kuch. Kuchning sifatleri	123
6.3.	Kuchni rivojlantirish va uni o'lchash	127
6.4.	Mushak kuchini rivojlantirish (trenirovka) metodikasi	129
BOB VII. ODAM LOKOMOTSIYALARI (HARAKATLARI) BIOMEXANIKASI		142
7.1.	Harakatlarni (lokomotsiyalarni) markaziy boshqarish	150
7.2.	Harakat reaksiyalarini kortikal nazorati	155
7.3.	Mashqlar, trenirovkalar, harakat amallarining biomexanikasi	161
7.4.	Yurish (normada)	164
7.5.	Tashqi kuchlar va tayanch reaksiyasining kuchlari	172
7.6.	Yugurish biomexanikasi (biodinamikasi)	178
7.7.	Har xil sport turlarining biomexanikasi	188
	Foydalanilgan adabiyotlar	218

Allamuratov Sh.I., Nurmuhamedov A.M.

Sport biomexanikasi

Darslik

“Lider Press” nashriyoti

Muharrir: L.Abdurahmonova

Texnik muharrir: M.Sultonov

Dizayner: S.Bobojonov

Bosishga ruxsat etildi 25.05.09. Qog'oz bichimi 60x84 1/16.
Hajmi 14,0 fiz.b.t. 15-09 raqanli shartnoma. Adadi 100 nusxa.
80-son buyurtma.

“Lider Press” nashriyoti, 100052, Toshkent, Oqqo'rg'on ko'chasi, 2.

O'zbekiston ko'zi o'g'irlar jamiyati tasarrufidagi
«Dizayn-print» MCHJ O'ICHK bosmaxonasida ofset usulida bosildi.
100100. Toshkent shahri, Bobur ko'chasi, 22-uy.
E-mail: dizayn_printpro@mail.ru

