

Mănescu Dan Cristian

Bazele generale ale antrenamentului sportiv



Mănescu Dan Cristian

**Bazele generale ale
antrenamentului sportiv**

**Editura RISOPRINT
Cluj-Napoca 2025**

Toate drepturile rezervate autorului & Editurii Risoprint

*Editura **RISOPRINT** este recunoscută de C.N.C.S.
(Consiliul Național al Cercetării Științifice).
www.risoprint.ro www.cnscs-uefiscdi.ro*



Opiniile exprimate în această carte aparțin autorului și nu reprezintă punctul de vedere al Editurii Risoprint. Autorul își asumă întreaga responsabilitate pentru forma și conținutul cărții și se obligă să respecte toate legile privind drepturile de autor.

Toate drepturile rezervate. Tipărit în România. Nicio parte din această lucrare nu poate fi reprodusă sub nicio formă, prin niciun mijloc mecanic sau electronic, sau stocată într-o bază de date fără acordul prealabil, în scris, al autorilor.

All rights reserved. Printed in Romania. No part of this publication may be reproduced or distributed in any form or by any means, or stored in a data base or retrieval system, without the prior written permission of the author.

ISBN 978-973-53-3370-6

Bazele generale ale antrenamentului sportiv

Autor:
Mănescu Dan Cristian

Director editură: GHEORGHE POP

Cuprins

1 Noțiuni generale despre activitatea fizică

Activitatea și exercițiul fizic	4
Efortul fizic	10
Clasificări ale efortului.....	12
Indicatorii efortului	14
Efortul aerob și efortul anaerob	20
Factorii limitativi ai capacității de efort	24

2 Sistemul muscular

Clasificarea mușchilor.....	27
Proprietățile, compoziția și modul de fixare al mușchilor	29
Configurația internă a mușchiului.....	32
Forme de contracție musculară	38
Factorii de influență ai creșterii și dezvoltării musculare	40
Tipul constituțional	44

3 Fiziologia efortului

Mușchii în cursul efortului (forța, puterea, rezistența).....	47
Sistemele metabolice musculare în timpul efortului.....	51
Efectul antrenamentului asupra mușchilor și performanței musculare	59
Respirația în timpul efortului	62
Sistemul cardiovascular în timpul efortului	68
Căldura corpului, lichidele și sărurile în timpul efortului	73

4 Kinetoterapie

Modificările musculare, endocrine și nervoase induse de efort	77
Mecanismele și simptomatologia oboselii	81
Supraîncordarea, supraantrenamentul și punctul mort.....	83
Bazele generale ale refacerii post efort	88
Clasificarea mijloacelor de refacere	88
Scheme de refacere	92

5 Psihologie

Noțiuni de psihologie în sport.....	95
Caracteristicile psihologice ale activităților sportive	98
Bazele psihologice ale învățării motrice	104
Cerințele psihologice ale antrenamentului față de sportiv	108
Motivația activității sportive	111
Componentele și caracteristicile psihice ale formei sportive	117
Contribuția antrenamentului la dezvoltarea sistemului psihic al sportivului	121
Bibliografie.....	123

1. Noțiuni generale despre activitatea fizică

Activitatea și exercițiul fizic

Activitatea fizică reprezintă ansamblul de acte motrice repetate în mod conștient și sistematic în scopul creșterii potențialului biologic al omului.

Acest potențial este exprimat prin perfecționarea dezvoltării fizice, creșterea capacității motrice, corectarea deficiențelor fizice și recuperarea motorie.

Mijlocul de bază al activității fizice îl reprezintă *exercițiul fizic*. Acesta are o serie de caracteristici:

- se realizează totdeauna cu consum energetic (efort), necesar efectuării contracțiilor musculare sub controlul sistemului nervos, și are ca efect stimularea funcțiilor organismului.
- este special conceput pentru realizarea scopului propus (perfecționare fizică, dezvoltare a calităților motrice, corectare a unei atitudini sau deficiențe fizice, recuperare după accident sau boală). Ceea ce deosebește exercițiul fizic de alte acțiuni motrice neorganizate (jocul copiilor) sau organizate (activități productive sau cotidiene) este elementul intențional.
- se efectuează sistematic, după reguli metodice precise, întrucât numai efectele cumulative ale practicării sale pot realiza obiectivul propus.
- deși influențează prioritar sfera biologică a ființei umane, are certe efecte și în plan psihic (prin stimularea proceselor fundamentale de excitație a gândirii, memoriei, imaginației etc.), în plan intelectual (lărgirea fondului de cunoștințe), ca și în plan moral și estetic.

Exercițiul fizic este caracterizat de conținut și de formă.

Conținutul este determinat de totalitatea elementelor care compun un exercițiu fizic și anume:

- mișcările efectuate de segmentele corpului sau de către acesta în întregime (flexii, extensii, rotari etc.);
- efortul fizic încorporat, exprimat prin parametrii acestuia: volum, intensitate și complexitate;
- efortul psihic, concretizat în gradul de solicitare a diferitelor procese psihice: memorie, atenție, imaginație, voință etc.

Valoarea conținutului unui exercițiu este dată de cantitatea și calitatea elementelor care-l compun și stă la baza selectării exercițiilor, pe baza eficienței lor, în vederea realizării obiectivelor propuse.

Forma exercițiului este dată de modul în care sunt dispuse și executate elementele acestuia și se concretizează în:

- poziția corpului în diverse momente ale executării exercițiului și poziția segmentelor unele față de celelalte sau față de corp poziția față de aparatele sau de obiectele cu care se execută;
- direcția și sensul mișcărilor corpului sau ale segmentelor sale;
- amplitudinea mișcării determinată de tonusul muscular, de elasticitatea mușchilor și tendoanelor și de mobilitatea articulară;
- tempoul sau frecvența mișcărilor (numărul de execuții pe unitatea de timp);
- ritmul sau modul de alternare a fazelor unei mișcări sau a mișcărilor în întregime.

Se apreciază că, sub aspectul formei, exercițiul fizic are patru tipuri de caracteristici:

- spațiale – poziții, direcții, sensuri, amplitudine etc.;
- temporale – durată, ritm, tempou, viteză de reacție;
- spațio-temporale – viteză de accelerare și deplasare;
- dinamice – determinate de forțele care acționează în cadrul mișcării (interne – forța mușchilor, elasticitatea mușchilor antagoniști, rezistența ligamentelor etc. și externe – rezistența

la frecarea cu aerul, apa sau zăpada, rezistența obiectelor, a sprijinului sau adversarului etc.).

Clasificarea exercițiilor fizice este practic nelimitată, taxonomia (știința legilor clasificării; clasificarea elementelor ce compun un anumit domeniu) oferind numeroase criterii de efectuare. Cu toate acestea, o serie de criterii de clasificare sunt mai importante, ele fiind citate în majoritatea lucrărilor de specialitate:

- după ponderea asupra dezvoltării unor segmente ale corpului, distingem exerciții pentru gât-cap, trunchi, membre superioare, membre inferioare etc.;
- după ponderea asupra dezvoltării unor grupe musculare - exerciții pentru extensorii antebrațului, pentru flexori coapsei, pentru dreptii abdominali etc.;
- după raportul cu materialul utilizat: exerciții libere, exerciții cu obiecte, exerciții cu aparate;
- după poziția față de aparat: cu aparate, pe aparate, la aparate;
- după caracterul succesiunii mișcărilor: exerciții ciclice (în care o fază a mișcării o determină pe următoarea – mersul, alergarea, vâslitul, pedalatul etc.), aciclice (procedeele tehnice din jocuri sportive, săriturile de la platformă etc.) și combinate (săriturile din atletism, aruncarea suliței, aruncarea ciocanului etc.);
- după influența asupra calităților motrice: pentru dezvoltarea vitezei, a forței, a rezistenței, a detentei etc.;
- după natura contracțiilor musculare: statice (izometrice, în care nu se produc modificări ale lungimii mușchiului), dinamice sau izotonice (cu modificarea lungimii mușchiului), ele putând fi de învingere a rezistenței (concentrice sau miometrice) și de cedare în raport cu rezistența (excentrice sau polimetriche) și exerciții mixte (cu eforturi combinate izometrice și izotonice);

- după factorii antrenamentului cărora li se adresează în mod preponderent: exerciții pentru pregătirea fizică, tehnică, tactică, psihologică;
- după gradul de solicitare a organismului - cu intensitate mică, medie, submaximală, maximală, supramaximală (totală sau exhaustivă);
- după forțele care acționează: pasive [produse de forțe externe corpului sau segmentelor acestuia], active (produse de forțele interne –contractia musculară) și pasivo-active (forțe combinate);
- după efecte: specializate [pentru dezvoltarea calităților motrice și pentru însușirea deprinderilor motrice) și cu efect combinat [structuri motrice care, prin dozare specifică, contribuie concomitent la consolidarea deprinderii motrice și la dezvoltarea calităților motrice specifice).

Efectele practicării exercițiilor fizice se manifestă pe multiple planuri: în creșterea și dezvoltarea organismului, în menținerea și întărirea stării de sănătate, în dezvoltarea calităților motrice, în perfecționarea tehnicii de execuție a diferitelor acte și acțiuni motrice etc. Astfel avem:

- 1) Efecte directe asupra creșterii și dezvoltării organismului uman:
 - efecte morfoplastice și morfogenetice, care vizează forma corpului și a segmentelor acestuia, structura internă a țesuturilor, forma și structura organelor etc.;
 - efecte fiziologice – care vizează creșterea capacității funcționale a organelor, aparatelor și sistemelor organismului uman, cu deosebire a celor direct implicate în efort;

- efecte psihice – vizând starea proceselor nervoase fundamentale, a funcțiilor gândirii, memoriei, imaginației, creativității etc.
- 2) Efecte asupra perfecționării ființei umane:
- în plan biologic – efecte de ordin somatic, funcțional, biochimic etc.;
 - în plan educativ – formarea și dezvoltarea personalității, cultivarea trăsăturilor morale și de caracter, cultivarea gustului pentru frumos;
 - în plan economic – creșterea capacității de muncă, prelungirea duratei vieții active, înlăturarea efectelor stresului cotidian.
- 3) Efecte considerate după criteriile metodice:
- locale și generalizate;
 - imediate și tardive;
 - specifice și nespecifice.

Criteriile de evaluarea a efectelor exercițiilor fizice asupra organismului sunt multiple, unele fiind la îndemâna profesorului sau antrenorului, altele putându-se realiza doar prin mijloace specifice unor discipline colaterale (fiziologia efortului, biochimie, psihologie etc.).
Avem:

- criteriul somatic - efectele în plan somatic se pot determina prin observare directă, prin măsurători specifice și prin calcularea unor indici antropometrici ; pe aceste căi se stabilește prezența unor atitudini sau deficiențe fizice, a nivelului de proporționalitate a dezvoltării indicilor somatici, etc.;
- criteriul funcțional — determinarea efectelor în planul adaptării organismului la efort se realizează cu mijloace și prin testări specifice - măsurarea valorilor pulsului și tensiunii arteriale în repaus elino și ortostatic, în timpul efortului și în

perioada de revenire, determinarea consumului maxim de oxigen etc.;

- criterii biochimice — modificările produse în plan biochimic, ca urmare a practicării exercițiilor fizice se determină exclusiv prin mijloace de laborator;
- criteriul dezvoltării calităților motrice — evaluarea în acest caz, se poate face atât în condiții de laborator (testarea timpului de latență sau a vitezei de reacție, testarea vitezei de execuție, a detentei, a rezistenței etc.) cât și, mai ales, în condiții specifice lecției de educație fizică sau de antrenament sportiv (viteza de deplasare, forța, rezistența, detenta etc.);
- criteriul gradului de însușire a tehnicii mișcărilor — determinarea se realizează prin observație directă, prin organizarea de întreceri cu arbitraj sau de concursuri (în cazul ramurilor sportive care au ca element determinant execuția tehnică - gimnastică artistică, patinaj artistic, sărituri în apă etc.).

Efectele practicării exercițiilor fizice pot fi amplificate prin asocierea cu factorii naturali de călire (apa, soarele, aerul) și condițiile igienice. Factorii naturali de călire contribuie, într-o măsură remarcabilă, la creșterea rezistenței generale a organismului, la menținerea și întărirea stării de sănătate, prin asocierea cu practicarea exercițiilor fizice.

Desfășurarea activității fizice în aer liber, în condiții atmosferice diverse, solicită funcția de termoreglare a temperaturii corporale, contribuie la fixarea calciului în oase, la creșterea funcției hematopoetice etc. spălarea sau scăldatul în apă rece, pe timp călduros, are efecte în creșterea rezistenței la îmbolnăviri, în termoreglarea organismului.

Condițiile igienice în care se desfășoară activitatea contribuie, în mare măsură, la sporirea efectelor exercițiilor fizice. Ele cuprind atât igiena alimentației și a odihnei, cât și curățenia bazelor sportive, aerisirea sălilor de sport, integritatea aparatelor etc.

Efortul fizic

Dicționarul Explicativ al Limbii Române definește efortul ca fiind “încordarea voluntară a puterilor fizice sau psihice ale organismului în vederea realizării unui randament superior celui obișnuit”.

Efortul este rezultatul multiplelor solicitări (musculare, cardiorespiratorii, endocrino-metabolice, psihice) la care este supus organismul uman în timpul prestării unor activități de natură diferită.

Din punct de vedere al activităților sportive efortul reprezintă un proces de mobilizare a resurselor fizice și psihice necesare învingerii solicitărilor produse de travaliul din sesiunea de antrenament sau concurs, în vederea exprimării la parametrii superiori a capacității motrice a sportivului.

Din punct de vedere biologic, efortul fizic și în special cel sportiv este un stimul (excitant) biologic adecvat care obligă organismul să răspundă prin manifestări electrice, mecanice, termice. Acest stimul, când este bine dozat și administrat corespunzător particularităților individului, conduce la acumulări cantitative și calitative ce vizează obținerea performanței maxime.

Stimulul de antrenament este reprezentat de acțiunile motrice executate în vederea atingerii unui obiectiv și poate avea caracteristici diverse (înalt, lung, continuu, fracționat, constant, aritmic, stereotip, precis)

Specificitatea stimulului este dată de structura mișcării ce selecționează grupele musculare solicitate, durata acestei solicitări, tipul de acțiune neuro-musculară, metabolică și de adaptare a structurilor osteo-tendinoase, dar și de ansamblul de funcții pe care le activează după o ierarhie și ordine precisă, efecte care determină implicit alcătuirea programelor de pregătire.

Specificitatea stimulilor este determinată de caracteristicile lor, de reacțiile provocate sistemelor organismului implicate prioritar, de

calitățile psihologice ale sportivului, de vârstă, nivel de pregătire, de poziția lor în substructurile macrociclului, sau de condițiile ambientale.

Efortul este rezultatul multiplelor solicitări (musculare, cardiorespiratorii, neuro-endocrino-metabolice, psihice etc.) la care este supus organismul uman în timpul prestării unei activități de natură diferită.

Solicitățile (stimulii) sunt fenomene-cauză care provoacă fenomene-efect (reacțiile organismului).

Complexitatea efortului este dată de numărul de acțiuni motrice efectuate simultan și de „originalitatea configurației tipologice a elementelor”. Caracterul complex al efortului este dat în primul rând de diversitatea actelor motrice simple care compun o mișcare, dar și de numărul grupelor musculare angrenate în lucru. Extinzând noțiunea în sfera infrastructurilor, complexitatea este dată și de tipul substratului energetic utilizat precum și de tipul sistemelor funcționale implicate.

Clasificări ale efortului

Macrostructural eforturile se clasifică în: eforturi simple, medii, complexe și hipercomplexe. La nivel infrastructural sunt definite drept capacitate de efort fizic posibilitățile sistemului muscular activ de a elibera prin glicoliză anaerobă sau fosforilare oxidativă energia necesară pentru producerea unui lucru mecanic de un nivel cât mai înalt posibil și menținerea acestuia un timp cât mai îndelungat.

Clasificarea clasică, uzuală, împarte efortul în:

- efort de scurtă durată, predominant anaerob, prezent în sporturile cu dominantă forță-viteză în care sunt implicate majoritar sistemele neuropsihic și neuromuscular.
- efort de lungă durată, predominant aerob ce caracterizează sporturile de rezistență și în care sistemele solicitate maximal sunt cel cardiorespirator, metabolic și muscular.
- efort mixt cu dublă componentă aerobă și anaerobă, cu solicitare mai ales neuropsihică pe care îl întâlnim în jocuri sportive, atletism, alergări (400-1500 m), box, scrimă, sau tenis de câmp.

O clasificare mai complexă făcută de doctorul Ioan Drăgan ține cont de cele opt sisteme funcționale implicate în efort și valorile de măsură pentru fiecare dintre ele. Astfel avem:

- circulația coronară având ca valoare de măsură frecvența cardiacă
- consumul maxim de O_2 având ca parametru măsurabil $VO_2 \text{ max.}$;
- schimburile energetice caracterizate prin raportul procentual aerob/anaerob;

- consumul de energie ce măsoară cantitatea de energie care caracterizează o anumită activitate exprimat în kJ/min sau kJ/total (1kcal = 19kJ);
- epuizarea glicogenului exprimată prin procentul de glicogen din mușchi;
- lipoliza având ca valoare de exprimare cantitatea de acizi grași liberi (AGL) în mmol/l;
- glicoliza ce are ca parametru măsurabil cantitatea de lactat exprimată în mmol/l;
- proteinoliza creatinină exprimată de cantitatea de uree-acid uric.

Indicatorii efortului

Volumul efortului reprezintă cantitatea totală de lucru mecanic efectuat de sportiv sau suma tuturor eforturilor efectuate (travaliul total).

Este o noțiune diferită de volumul timpului de antrenament, care reprezintă durata unei sesiuni de antrenament, numărul antrenamentelor dintr-o zi sau un ciclu de pregătire, sau numărul total de ore de antrenament dintr-un ciclu de pregătire.

Aprecierea volumului efortului doar pe baza volumului temporal al antrenamentului poate genera concluzii eronate deoarece, în primul rând, o parte a timpului destinat pregătirii este afectat lecțiilor teoretice, analizelor etc. iar, în al doilea rând, conținutul lecției de antrenament poate influența mărimea efortului (învățarea unor noi procedee tehnice sau a unor scheme tactice determină scăderea efortului).

Volumul efortului (volumul motric al antrenamentului) este dat de:

- suma distanțelor parcurse în efortul aerob (ex alergare, ciclism, înot);
- suma kgm forță prestați în activitățile cu îngreuieri, sau sesiunile de antrenament pentru dezvoltarea forței;
- suma tuturor repetărilor în cazul sporturilor în care se realizează repetarea unor exerciții sau execuții tehnice (ex. box);

Volumul este reprezentat, cu alte cuvinte, de suma eforturilor depuse de sportiv într-un interval de pregătire (lecții sau ciclu de antrenament) fără raportarea la ceilalți parametri ai efortului.

Efectul favorabil al creșterii volumului asupra capacității de efort a fost determinat atât pe cale experimentală, cât și prin studierea metodicii de pregătire a celor mai valoroși sportivi sau echipe.

Influența creșterii volumului asupra capacității de efort diferă în funcție de natura efortului:

- în cazul eforturilor de tip aerob creșterea capacității de efort, în condițiile menținerii neschimbate a intensității, duratei și densității efortului este dependent de volum, dar această cale este neeconomicoasă, deoarece între creșterea volumului și eficacitatea efortului există un raport invers proporțional. Aceasta înseamnă că pentru îmbunătățiri egale procentual ale capacității de efort sunt necesare cantități de lucru din ce în ce mai mari cu cât volumul efortului este mai ridicat.
- în cazul eforturilor de tip anaerob în volumul efortului are importanță pentru creșterea capacității de efort numai atunci când cotele sale nu depășesc limita dincolo de care intensitatea nu mai poate fi menținută la nivel maximal sau submaximal.

Volumul efortului este deci un parametru important pentru creșterea capacității de efort, dar supraevaluarea sa ca mijloc de creștere a capacității de efort trebuie evitată întrucât peste anumite limite reprezintă risipă de timp și energie.

Intensitatea - este definită adeseori ca fiind cantitatea de lucru mecanic efectuat în unitatea de timp și reprezintă, în fapt, gradul de solicitare a organismului în raport cu posibilitățile proprii evidențiat prin valorile marilor funcții organice și exprimat cel mai adesea de valorile frecvenței cardiace.

Intensitatea este condiționată de consumul de energie din timpul efortului și de nivelul solicitărilor funcționale impuse de acoperirea acestuia. Cu alte cuvinte, intensitatea efortului este puternic influențată de mecanismele cardiorespiratorii ale organismului.

Intensitatea reprezintă cel mai important indicator al programării antrenamentului sportiv, întrucât exprimă volumul efortului depus, cu maximă eficiență, o anumită durată de timp, în cadrul unei sesiuni de antrenament (unitatea funcțională de bază a antrenamentului sportiv). În

timp ce volumul și durata efortului reprezintă latura sa cantitativă, intensitatea reliefează aspectele calitative ale dozării efortului.

În practica sportivă, intensitatea se exprimă prin:

1. viteza de deplasare, în cazul sporturilor ciclice (alergări, patinaj viteză, înot, ciclism, schi fond);
2. tempou de lucru;
3. număr de acțiuni efectuate în unitatea de timp în cazul sporturilor de luptă (box, scrimă, lupte etc.);
4. număr de procedee tehnico-tactice efectuate pe unitatea de timp în jocurile sportive (fotbal, volei, handbal, polo, baschet);
5. număr de exerciții efectuate în unitatea de timp (gimnastica artistică sportivă, gimnastică ritmică, patinaj artistic etc.).

Cunoașterea valorii intensității efortului din antrenamente și competiții este de o deosebită importanță teoretică și practică deoarece ea condiționează consumul de energie depus în efort și nivelul solicitărilor funcționale necesare acoperirii acestuia.

Intensitatea efortului (puterea) și intensitatea solicitării organismului sunt două noțiuni distincte, intensitatea efortului fiind o caracteristică a travaliului prestat de individ, independent de posibilitățile sale.

Intensitatea solicitării este o caracteristică a organismului individului, dată de nivelul funcțional atins în efort, care exprimă prețul plătit de acesta pentru a face față cerințelor impuse de efort.

Deci, intensitatea solicitării este strict individuală, fiind condiționată de capacitatea de efort a sportivului. Pentru aceeași treaptă a intensității efortului, nivelul de solicitare a organismului este diferit și se situează cu atât mai sus cu cât capacitatea sa de efort este mai scăzută.

Cercetări numeroase au conchis la concluzia că, între mărirea intensității efortului și creșterea consumului de O₂ este o relație corelativă, întrucât prețul energetic, consumul de O₂ plătit pentru o

intensitate a efortului este aproximativ același pentru toți subiecții, indiferent de sex, vârstă, grad de antrenament, dat fiind că randamentul fibrei musculare depinde prea puțin de particularitățile individuale.

Ceea ce deosebește un antrenat de un neantrenat este faptul că antrenatul, având o capacitate de efort mult mai mare, atinge trepte de efort cu o intensitate superioară celei a neantrenatului.

O astfel de cercetare a evidențiat următoarele: la un nivel al intensității efortului de 100W intensitatea solicitării cardiace se prezenta astfel: 148 p/min. la femei neantrenate, 124p/min. la bărbați neantrenați și doar 84 p/min. la sportivi antrenați (maraton).

De aici, concluzia: intensitatea efortului din antrenament trebuie strict individualizată, întrucât intensitatea solicitării la același efort diferă de la un subiect la altul și chiar la același sportiv, de la o lecție la alta, în funcție de gradul de antrenament și starea sa momentană de oboseală.

Intensitatea solicitării se determină prin măsurarea valorilor funcționale: tensiune arterială, frecvență cardiacă, frecvență respiratorie, modificări biochimice etc. În practică, cel mai adesea se folosește frecvența cardiacă care permite nu numai stabilirea gradului de solicitare a inimii, ci și raportarea solicitării respective la posibilitățile maxime ale subiectului. Astfel, după Astrand și Rodhal, când FC atinge 128 p/min. la bărbați și 138 p/min. la femei, efortul reprezintă 50% din $VO_2\text{max}$ al subiecților, iar valorile de 154 p/min. la bărbați și 168 p/min. la femei indică un consum de O_2 echivalent cu 70% din cel maxim.

Cei mai mulți autori consideră că valorile cuprinse între 160-180 p/min. la bărbați și 170-190 p/min. la femei, reprezintă limita de solicitare compatibilă cu prestarea efortului în condiții de aerobioză (prag aerob-anaerob sau stare stabilă aparentă (steady-state) și corespunde unei concentrații de 4 nmol/l a nivelului de lactat în sânge.

În unele sporturi (atletism – alergări, haltere) intensitatea solicitării se poate determina prin raportarea la posibilitățile maxime

ale subiectului, exprimate în procente sau fracții (80%, 90% etc. sau 4/4, 3/4, 2/4).

Este absolut necesar să fie făcută diferențierea între intensitatea efortului și intensitatea solicitării deoarece, o viteză de alergare de 7,5 m/s (spre exemplu) poate reprezenta o solicitare maximă la un semifondist și de doar 75% la un sprinter.

Complexitatea efortului – este reprezentată de numărul actelor motrice executate simultan în cursul unei acțiuni motrice și de structura lor biomecanică.

Extensia antebrațului pe braț – ca în lovitura directă din box este o acțiune simplă, pedalarea din ciclism este una mai complexă, iar vâslitul din canotaj, cu angrenarea membrilor superioare, inferioare și a trunchiului - și mai complexă. Acțiuni deosebit de complexe sunt întâlnite în gimnastică, patinaj artistic, înot sincron, sărituri de la trambulină, pe scurt în toate exercițiile cu caracter acrobatic, ce presupun acțiuni motrice simultane la nivelul diverselor părți ale corpului.

Coordonarea contracțiilor musculare ce asigură îndeplinirea acțiunilor motrice complexe este asigurată de sistemul nervos central, solicitarea acestuia și ponderea în realizarea performanțelor fiind proporțională cu complexitatea activității motrice respective.

Complexitatea efortului nu influențează consumul energetic al organismului: experimental, s-a dovedit că la o intensitate constantă a efortului, consumul de O_2 rămâne stabil indiferent că se lucrează la ergometru cu un membru, cu ambele sau simultan cu brațele și picioarele. Se poate spune chiar că, în anumite limite, solicitarea marilor funcțiuni este mai mică într-un efort complex decât într-unui simplu (atunci când ceilalți parametri sunt constanți).

Acest lucru se datorează faptului că, într-un efort complex, sunt angrenate numeroase grupe musculare, astfel încât cantitatea totală de lucru mecanic se împarte, fiecărei grupe musculare revenindu-i câte puțin

din totalul cantității de efort depuse de organism. În acest mod, oboseala locală este mai mică la eforturi complexe decât la cele simple.

Eforturile complexe generează însă, instaurarea mai rapidă a oboselii generale, în apariția căreia un rol decisiv îl au sistemul nervos și, în primul rând, scoarța cerebrală. Acest lucru se poate constata mai ușor în lecțiile de antrenament dedicate însușirii de noi procedee tehnico-tactice, care sunt mai obositoare pentru sportivi decât cele de perfecționare, în cadoil cărora se execută mișcări deja automatizate.

Solicitarea organelor cu atribuții limitative în efort depinde însă prea puțin de complexitatea efortului și de gradul de solicitare a sistemului nervos. Prin urmare, capacitatea funcțională a sportivilor din ramurile sportive de mare complexitate este inferioară celei a sportivilor ce practică ramuri sportive ce presupun eforturi simple (halteră, aruncări etc.), iar dimensiunile inimii și consumul maxim de O_2 depășește cu foarte puțin cifrele realizate de neantrenați.

În baza acestor date, se poate afirma că, deși complexitatea efortului determină într-o oarecare măsură solicitarea organismului, influența ei asupra capacității de efort (aerob și anaerob) este nesemnificativă, în raport cu alți parametri ai efortului, asupra cărora trebuie să se îndrepte privirea antrenorului în programarea antrenamentelor de creștere a capacității de efort.

Efortul aerob și efortul anaerob

Cuvântul aerob vine de la cuvintele grecești aer (aer) și bios (viață) și este folosit pentru a caracteriza fenomenele sau organismele care consumă oxigen. Este important să se cunoască atunci când efortul sportiv este de natură aerobă, adică mușchii acționează prin consum de oxigen, sau este de natură anaerobă, atunci când acțiunea mușchilor se petrece fără consum de oxigen. Această împărțire este deosebit de importantă în aprecierea intensității eforturilor fizice, la rândul ei necesară atât în planificare cât și în executare.

Eforturile aerobe apar după 5-6 minute de efort ciclic (alergare, înot, ciclism etc.) și devin numai aerobe după 10-15 minute în funcție de intensitatea efortului. Ele sunt deosebit de economice în privința consumului energetic datorită fenomenului numit Ciclul lui Krebs de reciclare a compușilor rezultați din contracția musculară sub efectul oxigenului. Doar dacă în timpul efortului se fac ruperi rapide de tempo, sau în finalul curselor când se fac eforturi mai mari decât poate suporta sistemul de efort aerob, atunci intervine și sistemul anaerob, dar care nu poate fi de lungă durată.

Eforturile anaerobe sunt cele care nu consumă oxigenul respirat, ci numai substanțele care se găsesc la nivelul mușchilor. Durata lor ține de la începutul efortului timp de 2-3 minute, după care treptat începe să intervină sistemul de efort aerob.

Pentru a demonstra diferența între cele două feluri de efort s-a făcut cu ani în urmă o experiență interesantă. S-au luat opt atleți care au fost puși să alerge 100 m în condiții normale. După un timp suficient de odihnă, aceiași atleți au alergat 100 m cu obligația de a nu respira decât o singură dată pe la 80 de metri. Performanțele de la prima cursă, când au respirat normal și cele de la a doua cursă când au avut restricție de respirație au fost sensibil egale.

Spre deosebire de eforturile aerobe, eforturile anaerobe în funcție de durată lor sunt de mai multe feluri. Astfel eforturile în primele 7-8 secunde, eforturi numite și fosfocreatinice, se refac în proporție de 80% după numai 20 secunde, în timp ce eforturile următoare până la 40-50 de secunde, numite eforturi anaerobe glicolitice alactacide se pot reface în mare măsură după 2-3 minute de repaus, iar când se depășește un minut de efort se întrepătrund eforturile numite anaerobe glicolitice lactacide pentru care perioada de refacere poate ajunge uneori și până la 72 de ore.

Este important de cunoscut acești timpi de refacere deoarece nerespectarea lor repetată poate duce la efecte contrare celor pe care le așteptăm.

Spre exemplificare iată și câteva procentaje de eforturi în cadrul unor curse de alergare din atletism: o cursă de 100 m plat alergată în concurs, cuprinde cca. 85% efort fosfocreatinic și 15% efort glicolitic alactacid; o cursă de 400 m cuprinde 85% efort glicolitic lactacid și 15% efort aerob iar o cursă de 800 m mai cuprinde doar cca. 55% efort glicolitic lactacid și 45% efort aerob. De la 1500 m domină eforturile aerobe, iar de la cele mai lungi de 60 de minute, fără finis, eforturile sunt 100 % aerobe.

Eforturile predominant aerobe sunt caracterizate printr-o intensitate a efortului mică, medie sau submaximală, în care cerința de oxigen se găsește într-un echilibru real cu aportul de oxigen.

Acest lucru asigură refacerea substratului energetic, pe măsura consumării sale. Rata aerobă (%) a efortului este invers proporțională cu intensitatea lui. Eforturile predominant anaerobe sunt caracterizate printr-o intensitate deosebit de mare, în care cerința de oxigen a organismului (datorită efortului efectuat) depășește aportul de oxigen asigurat de sistemul cardio-respirator. Aceste eforturi au loc în condițiile unui deficit de oxigen, ducând la epuizarea substratului energetic, la acumularea de acid lactic peste limitele normale și epuizarea grupei, sau după caz,

grupelor musculare respective. Deficitul de oxigen (datoria de oxigen) se plătește după terminarea efortului. Rata anaerobă (%) a unui efort anaerob este direct proporțional cu intensitatea efortului.

O determinare în timp a valorii eforturilor aerobe și a celor anaerobe ne indică următoarele:

- toate eforturile ciclice maxime sub două minute sunt predominant anaerobe. Cu cât durata lor este mai scurtă și implicit intensitatea mai crescută, rata anaerobă crește. De exemplu o alergare 100 m plat reprezintă 95% efort anaerob și 5% efort aerob;
- toate eforturile ciclice maxime care depășesc două minute, sunt predominant aerobe. Cu cât durata lor crește și implicit intensitatea lor scade, rata aerobă crește. De exemplu, o alergare de 10.000 m reprezintă 95% efort aerob și 5% efort anaerob;
- eforturile maxime ciclice cu o durată între 2-3 minute sunt eforturi mixte (intermediare) care au în componența lor, aproximativ în proporții egale, eforturi aerobe și anaerobe;
- efortul în cadrul acțiunilor motrice aciclice (în special al jocurilor sportive) este de natură mixtă, eforturile aerobe și cele anaerobe succedându-se la intervale neregulate în funcție de desfășurarea probei respective.

De asemenea frecvența cardiacă poate da indicații foarte valoroase și în cazul aprecierii calitative și a celei cantitative a efortului. Astfel:

- o frecvență cardiacă situată sub 130 pulsații pe minut ne indică efectuarea unui efort pur aerob;
- o frecvență cardiacă între 130-170 pulsații pe minut marchează efectuarea unui efort predominant aerob, cu o creștere corespunzătoare a ratei anaerobe pe măsura apropierii de 170 de pulsații;

- o frecvență cardiacă între 170 și 185 de pulsații pe minut ne indică efectuarea unui efort mixt în care sunt prezente într-o proporție aproximativ egală rate de efort aerob și anaerob;
- o frecvență cardiacă peste 185 de pulsații pe minut ne indică efectuarea unui efort predominant anaerob.

Factorii limitativi ai capacității de efort

Limitarea capacității de efort a organismului este determinată de organele ce ajung la limita capacității lor funcționale sau de epuizarea substanțelor implicate în generarea energiei, împiedicând derularea în continuare a efortului. Deci, pentru sportiv, *oboseala* este factorul decisiv pentru reducerea efortului.

Fiziologii definesc mai obiectiv oboseala ca fiind inabilitatea de a menține intensitatea efortului având ca rezultat scăderea cantității de energie consumat pe secundă.

Deși oboseala este frustrantă pentru sportiv ea este de fapt salvatoare prin acțiunea ei de împiedicare a activităților metabolice să cauzeze leziuni ireversibile la nivel celular.

Sportivii experimentați își dozează efortul în competiție astfel încât să termine resursele exact înaintea apariției oboselii. Antrenamentul extinde aceste limite modificând mușchii, manipulând metabolismul și schimbând reperele mentale, însă nu le poate niciodată suprima. Cât de aproape ajung sportivii în a-și cauza leziuni ireversibile încercând să-și depășească limitele nu se știe cu precizie, dar se cunosc cazuri ale unor atleți care după stabilirea unui record mondial nu au mai reușit niciodată să repete acea performanță. Aceasta s-ar putea datora refuzului de a accepta semnalele oboselii și alterării ireversibile ale unor celule din organism.

Însă ideea că oboseala se datorează pur și simplu epuizării energiei este simplistă, de aceea o sintetiză a factorilor limitativi ai capacității de efort arată astfel:

- Sistemul respirator – starea de sănătate a aparatului respirator, frecvența respiratorie, volumele respiratorii, aspectele dimensionale ale toracelui, deficiențele fizice la nivelul coloanei vertebrale sau toracelui, tipul respirației.

- Sistemul cardiovascular – cordul (forța de contracție a inimii, frecvența cardiacă, volumul sistolic, travaliul cardiac), arborele vascular (elasticitatea arterelor mari, posibilitățile de vasoconstricție și vasodilatație capilară, numărul capilarelor), sângele (volumul sanguin, cantitatea de hemoglobină, numărul eritrocitelor, disocierea oxihemoglobinei la nivel tisular și condițiile tisulare locale – pO_2 , pCO_2 , temperatura, pH-ul).
- Sistemul muscular cu rezervele energetice musculare (ATP-ul, fosfocreatina, glicogenul muscular).
- Factorii biochimici – depleția fosfocreatinei musculare, acumularea de protoni (acid lactic) în mușchi, depleția de glicogen în mușchi, hipoglicemia (o scădere marcată a glucozei sanguine, modificări în circulația aminoacizilor cheie din sânge).
- Factorii externi – căldura și supraîncălzirea.
- Factorii patologici – starea de sănătate și reglarea activității cardiovasculare.

Epuizarea rezervelor energetice musculare și acumularea de acid lactic sunt în legătură directă cu mușchiul, dar ultimii doi factori implică creierul (SNC). Creierul poate detecta modificări în nivelul constituenților sanguini și va răspunde crescând sensibilitatea sportivului la oboseală, astfel încât sportivul va ceda mai ușor la stresul fizic.

Există desigur și multe alte motive pentru imposibilitatea de a face efort: un mușchi traumatizat, o entorsă sau o luxație articulară, o infecție virală etc., dar aceștia sunt factori patologici și nu fiziologici.

Importanța plămânilor și a cordului a fost înțeleasă, cel puțin în linii mari, cu mult înainte de elucidarea biochimiei efortului. Unul din motivele acestei abordări este acela că aspectele fiziologice sunt mult mai ușor de perceput și explicat – sportivul simte o creștere în frecvența cardiacă sau în frecvența respiratorie dar nu poate percepe o schimbare în rata ATP-ului.

În performanța sportivă procesele fiziologice și biochimice sunt ambele importante în egală măsură. Ambele implică procese complexe care pot limita rata eliberării de energie la nivel muscular.

2. Sistemul muscular

Mușchiul reprezintă un țesut contractil de culoare roz-roșiatică format din celule musculare ce alcătuiesc corpul mușchiului la capătul căruia se află tendoane. Mușchiul are rol în generarea forței și a întreținerii locomoției.

Clasificare mușchilor

Mușchii pot fi voluntari (acționați la comanda creierului) sau involuntari (care lucrează singuri). Se așază unul lângă altul sau se suprapun pe planuri. În interstițiile dintre ei se găsesc fasciile care duc vasele sanguine și nervii. Mușchii profunzi acoperă articulațiile iar cei superficiali vin în raport cu pielea prin intermediul fasciei de înveliș a segmentului respectiv. Unii mușchi însoțesc în mod constant anumite vase sangvine, contractând cu ele raporturi precise: sunt mușchi-sateți ai vaselor respective. Ei au o mare importanță practică, constituind repere prețioase în descoperirea acestora (de exemplu, croitorul este satelitul arterei femurale). Mușchii au un rol plastic însemnat, corpul lor muscular determinând prin volum, așezare și starea de contracție sau de relaxare forma exterioară caracteristică a regiunilor.

Numărul mușchilor este dat diferit în surse, fiind greu de stabilit dacă un fascicul poate fi considerat un mușchi aparte sau aparține altui mușchi. Ar fi aproximativ 400 de mușchi în corpul uman, **clasificați** după mai multe criterii:

- *După structură:*
 1. mușchi striati (mușchii scheletici);
 2. mușchi netezi (care intră în alcătuirea organelor interne).
- *După tendoane:*
 1. cu un capăt de prindere;

2. cu două capete de prindere (biceps);
 3. cu trei capete de prindere (triceps);
 4. cu patru capete de prindere (cvadriceps).
- *După oasele lângă care se situează:*
 1. lungi;
 2. lați,
 3. scurți.
 - *După formă:*
 1. fusiformi;
 2. orbiculari,
 3. pătrați;
 4. triunghiulari;
 5. dințați;
 6. romboizi.

Proprietățile, compoziția și modul de fixare al mușchilor

Proprietățile mușchilor sunt: contractibilitatea, elasticitatea, extensibilitatea, excitabilitatea.

Compoziția chimică a mușchilor este de: 75–80% apă, 20–25% substanță uscată. Substanța uscată este de natură organică și anorganică.

Materia organică este formată din proteine contractile (actină, miozină) și necontractile: lipide (fosfolipide), glucide (glicogen), mioglobină și miogen. Materia anorganică este alcătuită din diferite săruri de potasiu, magneziu(Mg) și calciu (Ca).

Mușchii au un *rol* în mișcare, dau formă corpului, dau stabilitate articulațiilor, produc căldură, mențin poziția corpului printr-o permanentă stare de contracție ușoară numita tonus muscular.

Sunt formați din corpul muscular (venter), adică mușchiul propriu-zis, porțiunea principală, contractilă, și din tendoane, prin care forța musculară se transmite oaselor. Anexele mușchilor sunt formațiuni auxiliare ce ajută activitatea musculară.

Modul de fixare al mușchilor – un mușchi este liber prin corpul său, dar se fixează prin extremități cu ajutorul a câte un tendon: inserție. În cea mai mare parte, inserția se face pe oase determinând creste, proeminențe sau depresiuni pe suprafața lor. Dar ei se pot fixa și pe alte formațiuni: pe piele (mușchi pielosi), pe membrane fibroase (membrane interosoase la antebraț și la gambă), pe porțiuni îngroșate aponevrotice ale fasciilor de înveliș regionale, pe septe intermusculare, chiar și pe tendoane (lombricali).

Inserția se face întotdeauna prin intermediul unui tendon. Această porțiune tendinoasă, în unele cazuri, poate fi atât de redusă, încât macroscopic nu se recunoaște; în acest caz se vorbește de o inserție „cărnoasă”. În majoritatea cazurilor tendonul este bine dezvoltat; el este necontractil și inextensibil, de culoare albă, foarte rezistent, și de structură conjunctivă fibroasă. Cu toate că are altă structură histologică,

totuși trebuie considerat împreună cu corpul muscular formând împreună mușchiul. Forma tendonului este variabilă după cea a corpului muscular: cordon cilindric sau cordon turtit pentru mușchii lungi; când mușchiul este lat, tendonul are formă de lamă lărgită și poartă numele de aponevroză (la mușchii lați ai abdomenului). Arcadele tendinoase sunt formațiuni fibroase, dispuse ca niște arcuri între două inserții. Ele determină un orificiu care de obicei servește pentru trecerea vaselor. Dintre cele două capete de fixare ale mușchiului, unul este considerat, convențional, ca origine (*origo*), iar celălalt ca inserție terminală (*insertio*). Originea este așezată proximal, iar inserția terminală - distal.

Anexele mușchilor – sunt formațiuni auxiliare cu rol de protecție și de ușurare a funcției musculare. Acestea sunt împărțite în 3 categorii:

Fasciile mușchilor sunt formațiuni conjunctive ce învelesc un mușchi individual, un grup muscular sau totalitatea mușchilor unui segment corporal.

Au rol: de membrană de protecție (se opun deplasării mușchilor în timpul contracției); de suprafață de inserție musculară îngroșându-se aponevrotic (fascia gambieră în porțiunea superioară și anterioară); de alunecare a mușchiului în contracție ; de menținere a calibrului unor vene și favorizarea circulației venoase; în patologie delimitează colecțiile purulente sau hemoragiile sau permit propagarea lor într-o anumită direcție.

Retinacule – reprezintă îngroșări fibroase sub formă de panglică ale fasciilor în scopul menținerii tendoanelor în locurile unde acestea își schimbă direcția (gâtul mâinii și al piciorului). Transformă șanțurile osoase în canale de conducere osteotendinoase.

Bursele sinoviale sunt saci conjunctivi dezvoltati la nivelul tendoanelor sau al mușchilor în locurile unde aceștia sunt expuși unor presiuni (acolo unde tendonul, mușchiul sau pielea alunecă pe un plan dur subjacent). Au un aspect neted, lucios, conținând o mică cantitate de

lichid care îl face să funcționeze ca „perne cu apă” cu rol în distribuția presiunilor. Pot fi subcutanate, subfasciale, subtendinoase, submusculare. Secundar pot comunica cu o cavitate articulară apropiată.

Trohleele musculare sunt inele fibroase complete sau incomplete prin care trec anumite tendoane schimbându-și direcția (hipomohlion).

Configurația internă a mușchiului

În structura mușchiului intră fibre musculare striate, țesut conjunctiv, vase, nervi și formațiuni receptoare.

Cea mai mică grupare de fibre musculare (10-30) se numește fascicul primar iar țesutul conjunctiv care unește aceste fibre musculare poartă numele de endomisium; împreună cu el pătrund capilarele și fibrele nervoase. Mai multe fascicule primare sunt unite în fascicule secundare și acestea în fascicule terțiare printr-un sistem de fibre conjunctive dispus după același principiu arhitectural. Totalitatea țesutului conjunctiv dispus în jurul fasciculelor primare și secundare se numește perimisium, iar componenta care învelește suprafața întregului mușchi se numește epimisium. Fascia de înveliș a mușchiului poate fi identică cu perimisiumul extern sau poate fi o diferențiere independentă a acestuia când se poate interpune și un țesut conjunctiv lax de alunecare (paramisium).

Lungimea fibrelor musculare variază între 1-60 mm, iar grosimea între 10-100 micrometri (0.01-0.1 mm). Pentru comparație grosimea unui fir de păr uman este de aproximativ 50 micrometri. Fiecare mușchi este compus din mai multe fibre musculare, grupate în fascicule. Un fascicul conține aproximativ 1000 de fibre, legate între ele prin țesut conjunctiv, ce înconjoară și fasciculul.

Fiecare fibră musculară este inclusă într-o membrană cu structura lipoproteică. În interiorul fibrei 60-70% din volumul total este ocupat de aparatul contractil al mușchiului (miofibrilele). O miofibrilă are lungimea egală cu cea a fibrei musculare și diametrul de 1 micron. Este alcătuită dintr-o succesiune de discuri clare și întunecate, la mijlocul discului clar se găsește membrana Z, iar la mijlocul discului întunecat banda H luminoasă.

Totalitatea structurilor cuprinse între două membrane Z succesive formează un sarcomer, unitatea morfofuncțională a mușchiului striat. Discurile sunt situate la același nivel pentru toate miofibrilele fibrei musculare, de unde rezultă aspectul striat al acesteia. La menținerea la același nivel al discurilor contribuie membrana Z care se prelungește de la o miofibrilă la alta și se inseră pe fața internă a sarcolemei (membrana fibrei musculare).

Fiecare miofibrilă este alcătuită din microfilamente de miozină și actină. Miofilamentele de miozină sunt scurte și groase. Miofilamentele de actină sunt mai subțiri, mai lungi, mai numeroase. Ele se inseră cu un capăt pe membrana Z iar celălalt alunecă printre miofilamentele de miozină. Prin alinierea miofilamentelor mușchiul se scurtează.

Sarcoplasma care înconjoară miofilamentele conține și alte structuri cu rol important în contracție: mitocondriile, reticulul endoplasmatic, ribozomi liberi, incluziuni de glicogen, grăsimi, mioglobină.

Mitocondriile sunt organele la nivelul cărora se realizează procesele de oxidare din care rezultă energia ce se acumulează în legăturile ATP-ului. Unele mitocondrii sunt situate imediat sub membrana celulară pentru a avea acces la oxigenul ce ajunge la nivel celular. În sarcoplasmă se mai găsește o rețea de canalicule longitudinale sau transversale prin membranele cărora se transmite influxul nervos de la sarcolemă la miofibrile. Această rețea înconjoară miofibrilele.

Reticulul endoplasmatic are un rol important în eliberarea și receptarea calciului necesar pentru contracția și relaxarea musculară. În interiorul său concentrația în ioni de calciu este de 10000 ori mai mare decât la exterior.

Pigmentul roșu - mioglobina este cel care determină colorația sarcoplasmei. În unele fibre musculare mioglobina este abundentă și de aceea se numesc *fibre musculare roșii*, iar în altele este în cantitate mică,

aceste fibre fiind denumite *fibre musculare albe*. La animale și păsări aceste fibre sunt foarte bine diferențiate.

La om nu există mușchi roșii și mușchi albi, dar în formarea unui mușchi participă fibre mai sărace în sarcoplasmă (mușchi flexori), iar în alții fibre mai bogate în sarcoplasmă (mușchii extensori).

Fibrele musculare roșii fiind bogate în sarcoplasmă asigură condiții favorabile contracțiilor musculare prelungite, deoarece conțin în cantități mai mari atât substanțe energetice, cât și mioglobină. Mioglobina este asemănătoare cu hemoglobina din hematii și are rolul de a înmagazina oxigenul care este folosit de mușchi în condiții de hipoxie. Prin practicarea eforturilor de lungă durată se dezvoltă fibrele musculare roșii care produc o contracție lentă, de lungă durată și obosesc greu. În acest caz cantitatea de energie nu este mare dar trebuie generată continuu o perioadă bună de timp. Soluția energetică optimă este cea a oxidării aerobe a glucozei cu implicarea citocromilor. Eforturile dinamice, de scurtă durată, vor dezvolta în principal fibrele albe care produc contracții rapide și obosesc repede. Energia necesară unor astfel de contracții se obține prin metabolismul anaerob al glucozei.

Fibrele musculare roșii sunt deci responsabile de duranță, în timp ce fibrele albe sunt responsabile de viteză.

Cercetările au arătat că de fapt mușchiul uman conține cel puțin trei tipuri de fibre: fibre lente, fibre rapide oxidative și fibre rapide glicolitice. Fibrele lente sunt mai numeroase în mușchii roșii, energia necesară contracției fiind generată prin mecanisme aerobe, se contractă relativ lent și sunt rezistente la oboseală. Fibrele rapide glicolitice se găsesc predominant în mușchii albi și generează energie prin mecanisme anaerobe. Contracția este rapidă și obosesc repede. Fibrele rapide oxidative sunt intermediare celor două tipuri enunțate. Se contractă rapid și au capacitatea mixtă aerobă și anaerobă. Într-o unitate motorie toate fibrele sunt de același tip.

Inervația mușchiului – un mușchi este inervat de regulă de o singură ramură nervoasă ce pătrunde împreună cu vasele la nivelul hilului neurovascular. Nervii mușchilor sunt micști, conținând fibre motoare, senzitive și vegetative.

Fibrele motorii sunt cele mai bine reprezentate. Majoritatea lor aparțin categoriei A alfa cu origine în motoneuronii coarnelor anterioare ale măduvei sau nucleii motori ai trunchiului cerebral. Fibrele sunt lungi, groase și realizează o placă motoare (sinapsă neuromusculară) cu fibra musculară striată. O singură fibră nervoasă se ramifică și inervează mai multe fibre musculare, constituind o unitate motorie.

Numărul de fibre musculare aparținând unei unități motorii constituie

coeficientul de inervație. Pentru mușchii de mare precizie (mușchii extrinseci ai globului ocular) unitatea motorie conține 3-15 fibre musculare în timp ce pentru mușchii cu acțiune mai puțin fină (m. gastrocnemian) numărul de fibre dintr-o unitate motorie variază între sute până la peste 1000 de fibre musculare. Majoritatea mușchilor sunt compuși din 100 -700 unități motorii. Numărul de unități motorii activate determină forța de contracție a mușchiului. Fibrele motorii A gama constituie 30% din totalitatea fibrelor motoare și au origine în motoneuronii gama din coarnele anterioare medulare. Se termină printr-o placă motorie la nivelul fibrelor intrafusale ale fusurilor neuromusculare. Nu fac parte din unitățile motorii dar pot iniția contracția musculară în mod indirect prin reflexul de întindere (stretching) și intervin în reglarea tonusului muscular.

Fibrele senzitive își au originea în ganglionii senzitivi (spinali și cranieni). La nivelul mușchiului se termină în organe receptoare speciale (fus neuromuscular) sau sub forme mai simple la nivelul fibrelor musculare, tendon, perimisium. Acești receptori asigură împreună cu fibrele senzitive sensibilitatea propioceptivă reacționând la variațiile de

presiune și tensiune care iau naștere în timpul contracției musculare în mușchi, tendoane și anexele lor.

Fiecare mușchi conține un număr variabil de fusuri neuromusculare, dependent de gradul de automatism al mușchiului. Conexiunile corn anterior medular – mușchi formează un sistem funcțional foarte bine autoreglat, în cadrul căruia „bucula gama” este cea mai bine cunoscută. Ea este formată din motoneuronul gama, axonul său, fibra musculară intrafusală, terminații senzitive primare (spiralate), fibre senzitive, protoneuronul senzitiv spinal și motoneuronul alfa tonic.

Motoneuronii gama primesc în permanență impulsuri de la centrii superiori care le modulează starea de excitabilitate, stare pe care o retransmit motoneuronului alfa. Orice semnal trimis de la centrii supraspinali către motoneuronul alfa excită simultan și motoneuronul gama ceea ce va determina contracția fibrelor musculare extra și intrafusale. De altfel, datorită faptului că au un prag de excitabilitate redus motoneuronii gama sunt în permanență susceptibili să primească impulsuri de la toți centrii.

Rolul principal al buclei gama este de a menține tonusul muscular deoarece influxul pornit de la motoneuronul gama determină o stare de contracție a fibrelor intrafusale cu întinderea zonei centrale a fusului, stimularea terminațiilor nervoase primare și transmiterea impulsului prin fibrele senzitive la motoneuronul alfa medular, având ca efect contracția fibrelor extrafusale și deci creșterea tonusului muscular.

Există și un mecanism inhibitor de autofrânare care reglează nivelul de descărcare a motoneuronului alfa. Acest mecanism nu este influențat de centrii supraspinali și nici de bucla gama. Bucula gama pregătește deci și ajustează mereu starea de tonus muscular necesar mișcărilor active.

Tonicitatea este o proprietate fundamentală a mușchiului cu inervație păstrată. Reprezintă o contracție tetanică slabă realizată printr-un reflex proprioceptiv segmentar cu activarea unui număr mic de unități

motorii. Se disting mai multe tipuri, și anume: tonus muscular de repaus cu rol în menținerea segmentelor osoase unite prin articulații în poziție; tonus muscular de postură sau de atitudine cu rol în menținerea poziției corpului, opunându-se gravitației (mușchii cefei și ai șanțurilor vertebrale și mușchii abdominali în menținerea poziției ortostatice); tonus muscular de susținere cu rol în contracțiile statice și de forță.

Tonusul muscular este menținut pe seama fibrelor musculare roșii lente.

Forme de contracție musculară

Mușchiul poate antrena o mișcare, dar nu este neapărat el cel care realizează mișcarea respectivă. De exemplu mușchiul drept abdominal realizează flexia trunchiului (apropie sternul de pube). În poziție clinostatică dreptul abdominal realizează această flexie și greutatea trunchiului este forța care se opune mișcării. Dar în poziție ortostatică nu dreptul abdominal realizează flexia ci greutatea trunchiului (gravitația), trunchiul „căzând” spre anterior.

Când o mișcare se realizează de către mușchiul responsabil pentru această mișcare contracția se numește *concentrică*. Se realizează apropierea inserțiilor musculare (ex: flexia trunchiului din clinostatism reprezintă o contracție concentrică a dreptului abdominal).

Există cazuri în care un mușchi lucrează deși acțiunea ce se desfășoară nu este a sa. În acest caz rolul său este de a frâna acțiunea respectivă. Fără acest rol de frânare acțiunea s-ar derula foarte rapid. Reluând exemplul flexiei trunchiului, în poziție ortostatică flexia este realizată de acțiunea forței gravitaționale. Fără nici un fel de travaliu muscular această flexie ar fi o „cădere” spre anterior. Pentru o flexie lentă este necesară o contracție a mușchilor extensori ai trunchiului care frânează, încetinesc această flexie.

Când o mișcare este efectuată de un mușchi prin cedarea progresivă a stării sale de contracție contracția acestui mușchi se numește *contracție excentrică*, producându-se îndepărtarea inserțiilor musculare.

Există, de asemenea, cazuri când un mușchi se contractă fără ca o mișcare să aibă loc. De exemplu flexia coapsei (contracția concentrică a flexorilor coapsei), apoi menținerea coapsei în această poziție (contracția flexorilor pentru menținerea poziției fără existența vreunei mișcări). Când o atitudine este fixată printr-o contracție musculară spunem că această contracție este *statică (izometrică)*, inserțiile musculare nedeplasându-se.

Aceste moduri diferite de contracție în realitate se combină frecvent în timpul mișcărilor. De exemplu plecând din poziția precedentă

se efectuează extensia gambei și atunci există contracție statică a flexorilor coapsei plus contracție concentrică a extensorilor gambei.

În afara contracțiilor izometrice și izotonice se descriu și contracții auxotonice care reprezintă de fapt cea mai frecventă formă de contracție musculară întâlnită în activitatea sportivă.

Ele se realizează pe baza modificării lungimii atât a elementelor contractile, cât și a celor elastice cu producerea unei scurtări limitate, concomitent cu o creștere progresivă a tensiunii interne. În practica sportivă au loc atunci când forța musculară învinge o forță externă în creștere.

Ontogeneza organismului uman, respectiv viabilitatea din momentul concepției până la moarte, recunoaște trei perioade importante: perioada de creștere și dezvoltare; perioada de maturitate și reproducere; perioada de involuție (senescența).

Privind durata normală a acestor etape este de menționat faptul că perioada de creștere și dezvoltare acoperă 22-23 ani. După școala americană s-a demonstrat, prin cercetări efectuate asupra unor multitudini de specii din lumea animală că durata totală a vieții, în mod normal, trebuie să fie de 5 ori mai mare decât perioada de creștere și dezvoltare. Deci, pentru om, în jurul a 120-125 ani. Datorită însă unor factori artificiali ai mediului înconjurător, această durată medie a vieții a scăzut considerabil. Printre acești factori nocivi sunt alimentația excesivă (mai ales după 45 de ani, când metabolismul scade la 70% din valoarea lui inițială), sedentarismul, și stresul nervos.

Factorii de influență ai creșterii și dezvoltării musculare

Factorii ce influențează creșterea și dezvoltarea fizică sunt următorii:

Factorul genetic - se consideră astăzi că însușirile morfologice și funcționale ale individului se formează în decursul evoluției lui și a speciei, sub influența condițiilor mediului fizic, a biotipului, a materiei și a biocenozei, a materiei vii a ecosistemului. Prin repetarea aceluiași condiții, unele caractere se întăresc și se transmit ereditar. În funcție de aceste proprietăți câștigate și ereditare, individul posedă o reactivitate particulară, specifică în relațiile sale cu mediul ambiant, care îl deosebește esențial de alte persoane, pentru că, deși produs ereditar al celei doi părinți, copilul este ființă diferită de ei, cu caractere proprii, rezultate din unirea în proporții variate a celor două și foarte complexe patrimoniului ereditare.

Progresele rapide ale geneticii, care aduc o adevărată explozie informațională privind mecanismele ereditare bazate pe interdependența dintre acizii nucleici și proteine, permit înțelegerea unor fenomene. Unele însușiri au un caracter puternic dominant și nu se schimbă în cursul vieții unui individ (culoarea ochilor, a părului, forma capului, nasului, pomeților); altele suferă unele modificări moderate (dezvoltarea centurii scapulare la canotaj); altele se pot modifica puternic (hipertrofia musculară la bodybuilderi), capacitatea funcțională aerobă prin antrenamentul de rezistență).

Recunoscând acțiunea activă a condițiilor mediului asupra organismului, se poate obține o întărire sau slăbire și transformare a însușirilor moștenite în sensul dorit, efect pe care îl urmărim prin practicarea sportului, pentru a crește o generație puternică și sănătoasă și pentru a evolua ca specie.

Ereditatea influențează nu numai forma corpului, dar și structura intimă a țesuturilor, metabolismul și funcțiile organice, deci până la urmă

întreg potențialul biologic al individului. Odată cu dezvoltarea noului domeniu al geneticii, ingineria genetică, se deschide nebănuite orizonturi pentru cercetarea fundamentală în domeniul eredității și în selecția sportului de performanță.

Factorii endocrini – rolul factorilor hormonal asupra proceselor de creștere este foarte important, activitatea lor fiind coordonată de sistemul hipotalamo-hipofizar.

Hipofiza își exercită rolul direct asupra creșterii prin hormonul somatotrop (STH), hormonii tiroidieni având o acțiune puternică asupra osteogenezei și jucând un rol în metabolismul proteic și mineral. Timusul participă în procesele de creștere și dezvoltare din primele luni, cu imprimarea unor caractere constituționale.

Suprarenalele, prin componenta corticală, participă la metabolismul bazal, al glucidelor, al apei și sărurilor minerale. Substanța medulară a suprarenalei, sinergică cu sistemul nervos simpatic, participă la reglarea circulației periferice și a funcțiilor musculare.

Hormonii gonadali intră în funcțiune în perioada pubertală atunci când apar caracterele sexuale secundare, iar anabolismul proteic este stimulat și urmat de dezvoltarea sistemului muscular și a forței. Sub acțiunea neuroendocrină complexă creșterea somatică are un caracter global, care duce la sporirea masei, și un caracter diferențiat, care realizează forma și funcția țesuturilor și organelor. Organismul trece de la faza de brahitipie și megalosplachnie, la cea de longitipie cu microsplachnie, cu perioade anabolice determinate de acțiunea vagului, care stimulează creșterea ponderală, alternate cu perioade catabolice, dominate de sistemul simpatic.

Factorii patologici – în primul rând trebuie subliniat deficitul statural în anomalii cromozomiale, precum și în cadrul unor sindromuri malformative. Toate afecțiunile cronice cu evoluție prelungită pot opri sau încetini procesele normale de dezvoltare.

Factorii externi – în perioada de viață intrauterină, starea de sănătate a mamei, sistemul de alimentare, stările de oboseală sau de stress, utilizarea băuturilor alcoolice sau a medicației teratogene pot influența evoluția fătului.

După naștere creșterea este influențată permanent de factorii de mediu, micro și macroclimatul, dintre care apa, aerul, soarele, căldura sunt foarte activi. Condițiile de igienă permanentă, încă din primele zile de viață și până la adânci bătrânețe, își spun de asemenea cuvântul.

Dacă din punct de vedere social și economic, mediul urban oferă condiții pentru o mai bună dezvoltare, gradul de poluare, aglomerarea și expunerea la afecțiuni epidemice și infecțioase, stressul psihic deosebit fac să apară, la ora actuală, unele aspecte negative: sănătatea mai precară, tendința la obezitate și diabet, deficiențe fizice ca urmare a hipotoniei sistemului neuro-musculo-ligamentar.

Factorul alimentar – în perioada de creștere, în copilărie și adolescență, nevoile energetice și plastice sunt deosebit de mari. În afară de faptul că această perioadă este caracterizată prin exces de mișcare, metabolismul bazal este de 2-2.5 ori mai mare la copiii între 1 și 3 ani decât la adult, exprimat pe kilocorp. La adolescenți, cheltuiala minimă de energie este cu 30-60% mai mare decât la adult. Aceasta se datorează faptului că, din energia eliberată, o parte este utilizată în reacțiile anabolice, care stau la baza procesului de creștere, și apoi, în continuare, pentru dezvoltarea masei musculare. Fiecare gram adăugat reprezintă 1.8-2.2 calorii, plus 1.5 calorii cheltuite pentru formarea lui. S-a constatat că pentru procesul de creștere este necesar un plus de 10-22% din valoarea rației calorice. Comitetul F.A.O. recomandă pentru tineri să se calculeze rații calorice sporite față de adulți, cu 12.4% pentru băieți și cu 9.3% pentru fete.

Tinerii care practică sportul cheltuiesc la început un surplus de energie pentru mișcările încă neautomatizate și fac multe mișcări inutile în cadrul antrenamentului. Important astăzi este nivelul ridicat al

performanței, fapt care necesită o pregătire timpurie, cu volum și intensitate de efort foarte mari. Dacă copilul practică un sport în care performanța este favorizată de o greutate corporală redusă, evoluția proceselor de creștere trebuie atent urmărită. Excesul ponderal prin exces de țesut adipos nu trebuie admis, acesta putând fi redus până la 9% din greutatea corporală. Este interzisă însă cura de slăbire sistematică, pentru că stagnează procesele de creștere în defavoarea sănătății și performanței.

Rația calorică se realizează prin aport echilibrat de trofine. La sportivi este necesar un aport proteic crescut, până la 2-3g/kilocorp, care să reprezinte 14-15% din rația calorică. Aportul calorigen provenit din glucide și lipide se reglează după proporția de țesut adipos de rezervă și după viteza curbei de creștere în raport cu vârsta.

Tipul constituțional

Tipul constituțional sau tipul somatic, este un criteriu de clasificare a corpurilor omenești, în funcție de câteva caracteristici evidente: grosimea oaselor, masă musculară sau strat adipos.

Noțiunea de tip somatic a fost pentru prima dată folosită în anii 1940 de psihologul american William Herbert Sheldon pentru a asocia aspectul corporal cu temperamentul uman. În cartea sa *Atlas al Oamenilor* Sheldon schițează formele corpurilor pe o scară de la 1 la 7 pentru fiecare din cele 3 tipuri somatice. Astfel un Endomorf pur are un scor de 7-1-1, un Mezomorf pur 1-7-1, și un Ectomorf pur 1-1-7, pe când o persoană medie cu o înclinație spre endomorfism poate avea 6-4-4.

Clasificarea după tipul somatic nu este singura și nici nu poate încadra perfect pe oricine, de aceea ea are un caracter preponderent orientativ. Trebuie evitată încercarea de a încadra pe cineva forțat într-un anumit tip somatic (majoritatea suntem o combinație a celor 3 tipuri), dar totodată tipul somatic trebuie să reflecte anumite caracteristici constante și evidente.

După observațiile lui W.H. Sheldon descrierile tipurilor somatice sunt:

Ectomorf

- Structură osoasă mică (încheieturi și oase subțiri).
- Brațe și picioare lungi și subțiri.
- Umeri înguști.
- Șolduri înguste.
- Grăsime corporală scăzută.
- Hiperactiv.
- Nu e predispus nici la creștere în masă musculară, nici la depozitarea de grăsime.

Mezomorf

- Structură osoasă medie.
- Trunchi puternic.
- Umeri lați.
- Șolduri înguste.
- Nivele mici de grăsime corporală.
- Predispus la creșterea în masă musculară dar nu și la depozitarea de grăsime.

Endomorf

- Structură osoasă mare (încheieturi și oase groase).
- Șolduri late.
- Multă grăsime corporală.
- Predispus la depozitarea de grăsime.

Din punct de vedere al bodybuildingului cele trei tipuri somatice pot fi descrise în felul următor:

Ectomorful – este hardgainerul tipic, cu grăsime puțină și musculatură slabă. Câștigă greu în greutate (grăsime sau mușchi) având un metabolism rapid. Antrenamentul rar dă rezultate optime, necesitând multă odihnă între antrenamente și limitarea antrenamentelor aerobe la 2-3 pe săptămână.

Poate mânca orice fără să fie îngrijorat de aportul de lipide, iar doza recomandată este: proteine 20-25%, carbohidrați 50-55%, lipide 25-30%, împărțite în 5-6 mese pe zi. Între mese și înainte de culcare poate consuma o băutură cu multe calorii, iar pe măsură ce câștigă masă musculară trebuie crescut aportul caloric. Trebuie să se ferească evident de stările catabolice.

Mezomorful – este cel binecuvântat genetic având mare potențial pentru culturism. Răspunde favorabil la antrenament având o constituție musculoasă și puțin țesut adipos. Corpul este perfect pentru dezvoltarea

unei musculaturi mari și puternice, majoritatea campionilor din bodybuilding făcând parte din categoria mezomorfilor. Deoarece dezvoltarea apare rapid trebuie avut atenție la suprantrenament, iar aerobicul trebuie menținut la o intensitate joasă cu 2-3 antrenamente pe săptămână.

Programul alimentar trebuie să se încadreze în formula 30% proteine, 40% carbohidrați, 30% grăsimi, cu lipide naturale de calitate pentru energie și consum de carbohidrați la două ore după antrenament și la trezire.

Ectomorful – are corpul rotund și moale, cu mult țesut adipos. Se îngrașă ușor, având metabolism lent și structură osoasă mare. Este cel mai dificil tip de organism pentru modelare corporală, având permanent nevoie să slăbească și să-și dezvolte musculatura. Trebuie să fie atent la nivelul de adipozitate și necesită mult antrenament aerobic (4-5 antrenamente pe săptămână) pentru a-și accelera metabolismul.

Dieta este crucială fiind obligatorie limitarea carbohidraților și a grăsimilor. Aportul de proteine trebuie să fie crescut. Formula alimentară recomandată este 35-40% proteine, 15-20% grăsimi, 35-40% carbohidrați, împărțită în mici mese de 5-6 ori pe zi. Grăsimile rafinate trebuie excluse iar carbohidrați cu indice glicemic scăzut sunt cei recomandați.

3. Fiziologia efortului

Nici o altă solicitare normală la care este supus organismul nu se compară cu solicitarea extremă a efortului intens. De fapt, dacă unele eforturi fizice extreme ar fi continuate numai pentru perioade scurte de timp, ale ar putea deveni ușor letale. Prin urmare, în linii generale, fiziologia sportului este o discuție a limitelor extreme la care mecanismele organismului pot fi solicitate. Pentru a da un singur exemplu: la o persoană care are o febră extrem de mare, aproape de letalitate, metabolismul organismului crește cu peste 100% față de normal. Prin comparație, în timpul maratonului metabolismul crește cu 2000% peste normal.

Mușchii în cursul efortului

Forța, puterea și rezistența mușchilor – numitorul comun final al probelor sportive este ce pot să facă mușchii – ce forță pot dezvolta când este nevoie, ce putere pot realiza în desfășurarea lucrului, și cât de mult pot ei continua activitatea.

Forța unui mușchi este determinată în principal de dimensiunea sa, cu o *forță contractilă* maximă între 3 și 4 kilograme pe centimetru pătrat de secțiune transversală a mușchiului. Astfel, bărbatul care este bine dotat cu testosteron și care are mușchi corespunzător mai mari, va fi cu mult mai puternic decât acele persoane lipsite de avantajul testosteronului. De asemenea, un sportiv căruia i s-au mărit mușchii ca urmare a unui program de antrenament fizic va avea în mod similar o forță musculară crescută.

Pentru a da un exemplu de forță musculară, un ridicător de greutatea de talie mondială poate avea un mușchi cvadriiceps cu o secțiune transversală de până la 150 centimetri pătrați. Aceasta s-ar traduce într-o

forță maximă de contracție de 525 kilograme, cu întreaga forță aplicată pe tendonul rotulian. De aceea, este ușor de înțeles cum de este posibil ca acest tendon să se rupă sau să fie smuls de pe inserția sa tibială de sub genunchi. De asemenea, când asemenea forțe se dezvoltă în tendoane care trec peste o articulație, forțe similare se aplică și suprafețelor articulare, sau uneori ligamentelor ce se învecinează cu articulația, fiind răspunzătoare de asemenea incidente ca dezlipirea cartilajelor, fracturile prin compresiune în vecinătatea articulației sau rupturi ligamentare.

Forța izometrică a mușchilor este cu aproximativ 40% mai multă forță decât poate fi realizată printr-o contracție urmată de scurtarea mușchiului. De aceea, forța de 525 kilograme calculată anterior pentru tendonul rotulian devine 735 kilograme. Aceasta complică evident problemele tendoanelor, articulațiilor și ligamentelor. Poate duce de asemenea la ruperea internă a mușchiului însuși. De fapt, întinderea unui mușchii contractat maximal este una din cele mai bune căi pentru a provoca cel mai înalt grad de durere musculară.

Puterea contracției musculare diferă de forță, deoarece puterea este o măsura a lucrului mecanic total pe care mușchiul îl poate realiza într-o perioadă de timp dată. Puterea este determinată nu numai de forța de contracție ci și de lungimea contracției și de numărul de contracții din fiecare minut. În general, puterea mușchiului se exprimă în kilogram-metru (kg-m) pe minut. Un mușchi care poate ridica sau deplasa un obiect oarecare lateral împotriva unei forțe de 1 kilogram pe o distanță de un metru într-un minut se spune că dezvoltă o putere de 1 kg-m/min. Puterea maximă ce poate fi dezvoltată de toți mușchii corpului unui sportiv bine antrenat, cu toți mușchii lucrând împreună, este aproximativ următoarea:

kg-m/min

Primele 8-10 secunde	7000
Următorul minut	4000
Următoarea jumătate de oră	1700

Este deci clar că un individ are capacitatea unui vârf extrem de putere pentru o scurtă perioadă de timp, cum a fi la proba de 100 de metri sprint, care poate fi terminată în primele 10 secunde, în vreme ce la probele de rezistență de lungă durată puterea mușchilor este de numai un sfert din valoarea vârfului inițial de putere.

Totuși aceasta nu înseamnă că performanța sportivă a unui individ este de patru ori mai mare în cursul vârfului de putere inițial decât în următoarea jumătate de oră, deoarece traducerea puterii musculare în performanța sportivă este adesea mult mai slabă în cursul activității rapide decât în cursul unei activități mai puțin rapide, dar susținute. Astfel, viteza alergării de 100 de metri este de numai 1,75 ori mai mare decât viteza unei curse de 30 de minute., în ciuda raportului de patru ori între capacitatea de a dezvolta de putere pe termen scurt față de cea pe termen lung.

Măsura finală a performanței musculare este **rezistența**. Aceasta depinde în mare măsură de sportul nutritiv al mușchilor – mai mult decât orice de cantitatea de glicogen stocată în mușchi înaintea perioadei de efort. O persoană cu o dietă bogată în glucide stochează cu mult mai mult glicogen în mușchi decât persoană fie cu dietă mixtă, fie cu o dietă bogată în lipide. Prin urmare, rezistența este foarte mult crescută de o dietă bogată în glucide. Când atleți aleargă cu o viteză specifică maratonului, rezistența lor este măsurată prin timpul cât pot susține cursa până la completa epuizare, după cum urmează.

minute

Dietă bogată în glucide	240
Dietă mixtă	120
Dietă bogată în lipide	85

Cantitățile de glicogen corespunzătoare stocate în mușchi sunt următoarele:

g/kg de mușchi

Dietă bogată în glucide	40
-------------------------	----

Dietă mixtă	20
-------------	----

Dietă bogată în lipide	6
------------------------	---

Sistemele metabolice musculare în timpul efortului

Aceleași sisteme metabolice de bază ca și în alte părți ale corpului sunt prezente și în mușchi; aceasta au fost discutate detaliat în capitolele de la 45 la 48. Totuși, măsurătorile speciale cantitative a activității a trei sisteme metabolice sunt extrem de importante pentru a înțelege limitele activității fizice. Aceste sunt *sistemul fosfaților*, *sistemul glicogen-acid lactic* și *sistemul aerob*.

Sistemul fosfaților – sursa fundamentală de energie pentru contracția musculară este adenosin trifosfatul (ATP), care are următoarea formulă de bază: Adonezina- $\text{PO}_3 \sim \text{PO}_3 \sim \text{PO}_3$

Legăturile ultimilor doi radicali fosfat la moleculă, desemnate prin simbolul $\sim$, sunt *legături fosfat macroergice*. Fiecare din aceste legături stochează 7300 calorii de energie pentru fiecare mol de ATP în condiții standard (și până la 12.000 calorii în condițiile fizice ale organismului). De aceea, când un radical fosfat este îndepărtat din moleculă, se eliberează 7300 calorii de energie, care poate fi utilizată pentru procesul de contracție musculară. Apoi când este îndepărtat al doilea radical fosfat, devin disponibile încă 7300 calorii. Îndepărtarea primului radical fosfat transformă ATP-ul în *adenozin difosfat* (ADP), și îndepărtarea celui de-al doilea transformă ADP în *adenozin monofosfat* (AMP).

Din păcate, cantitatea de ATP prezentă în mușchi, chiar și la cei mai antrenați sportivi, este suficientă pentru a susține o putere musculară maximală pentru numai aproximativ 3 secunde, care poate ajunge eventual pentru jumătatea unui sprint de 50 metri. Prin urmare, excepția câtorva secunde, este necesar ca ATP-ul nou să fie sintetizat continuu, chiar în timpul desfășurării probelor sportive. Figura 57-1 ilustrează sistemul metabolic global arătând o descompunere a ATP întâi la ADP și apoi la AMP, cu eliberarea energiei pentru contracția musculară. În

stânga figurii sunt ilustrate trei mecanisme metabolice diferite răspunzătoare de refacerea continuă de adenozin trifosfat în fibrele musculare. Aceasta sunt următoarele:

Eliberarea energiei din fosfocreatină – fosfocreatină (denumită și creatin fosfat) este un alt compus chimic cu o legătură fosfat macroergică, cu următoarea formulă: Creatina ~ PO₃

Ea se poate descompune în *creatină și ionul fosfat* și poate elibera mari cantități de energie. De fapt, legătura fosfat macroergică din fosfocreatină are mai multă energie decât legătura din ATP- 10.300 calorii pe mol, față de 7300. De aceea, fosfocreatină poate furniza cu ușurință suficientă energie pentru a resintetiza legăturile macroergice ale ATP-ului. În plus, cei mai mulți mușchi au de două până la de patru ori mai multă fosfocreatină decât ATP.

O caracteristică specială a transferului de energie de la fosfocreatină la ATP este aceea că ea se petrece într-o fracțiune de secundă. De aceea, practic întreaga energie stocată în fosfocreatină musculară este disponibilă instantaneu pentru contracția musculară, ca și energia stocată în ATP.

Fosfocreatină și ATP-ul celulei formează *sistemul energetic al fosfaților*. Împreună, ei pot furniza o putere musculară maximală pentru o perioadă de 8 până la 10 secunde, aproape suficient pentru o alergare de 100 de metri. În acest fel, energia din sistemul fosfaților este utilizată pentru izbucniri scurte maxime de putere musculară.

Sistemul glicogen/acid lactic – glicogenul stocat în mușchi poate fi scindat în glucoză și apoi folosit pentru energie. Prima etapă a acestui proces, denumită *glicoliză*, se petrece integral fără utilizarea oxigenului și de aceea denumită *metabolism anaerob*. În timpul glicolizei, fiecare moleculă de glucoză se scindează în *două molecule de acid piruvic*, iar energia eliberată este folosită pentru a forma câteva molecule de ATP.

De regulă, acidul piruvic pătrunde apoi în mitocondriile celulelor musculare și reacționează cu oxigenul pentru o formă și mai multe

molecule de ATP. Totuși, când există insuficient oxigen pentru ca această a doua etapă (etapa oxidativă) a metabolismului glucozei să aibă loc, cea mai mare parte a acidului piruvic este convertită în acid *lactic*, care apoi difuzează în afara celulei musculare în lichidul interstițial și apoi în sânge. De aceea, practic o mare parte din glicogenul muscular devine acid lactic, dar în același timp se formează cantități considerabile de adenzin trifosfat fără consum de oxigen.

O altă caracteristică a sistemului glicogen-acid lactic este aceea că el poate forma molecule de ATP într-un ritm de 2,5 ori mai rapid decât sistemele oxidative mitocondriale. De aceea, când este nevoie de cantități mari de adenzin trifosfat pentru durate de contracție musculară scurte sau medii, acest mecanism al glicolizei anaerobe poate fi folosit ca o sursă rapidă de energie. Nu este la fel de rapid ca sistemul fosfaților, ci numai jumătate.

În condiții optime, sistemul glicogen-acid lactic este capabil de a asigura 1,3 până la 1,6 minute de activitate musculară maximală în plus față de cele 8 până la 10 secunde asigurate de sistemul fosfaților.

Sistemul aerob – semnifică oxidarea principiilor nutritive în mitocondrii pentru a furniza energie. Așa cum este ilustrat în sânge fig. 57-1, glucoza, acizii grași și aminoacizii din alimente – după unele procese intermediare – se combină cu oxigenul pentru a elibera cantități imense de energie care sunt utilizate pentru AMP-ul și ADP-ul în ATP.

Comparând acest mecanism aerob de furnizare de energie cu sistemul glicogen-acid lactic și cu sistemul fosfaților, *ratele maxime relative de generare a puterii exprimate* ca furnizare de ATP pe unitate de timp, sunt următoarele:

moli ATP/min

Sistemul aerob	1
Sistemul glicogen-acid lactic	2,5
Sistemul fosfaților	4

Pe de altă parte, dacă vom compara sistemele din punct de vedere al rezistenței, aceste valori relative vor fi următoarele:

timp

Sistemul fosfaților	8-10s
Sistemul glicogen-acid lactic	1,3-1,6s
Sistemul aerob timp nelimitat	
(atâta timp cât există principii nutritive)	

Sistemele energetice utilizate în diverse sporturi

Sistemul fosfaților

100 metri – sprint

Sărituri

Ridicarea greutății

Sprinturi la fotbal

Sistemele fosfaților și glicogen- acid lactic

200 metri – sprint

Baschet

Baseball – sprint

Hochei pe gheață în sprinturi

Exclusiv sistemul glicogen – acid lactic

400 metri – sprint

Înot 100 metri

Tenis

Fotbal

Sistemele glicogen – acid lactic și aerob

800 metri – sprint

Înot 200 metri – sprint

Patinaj 1500 metri

Box
Canotaj 2000 metri
Alergare 1500 metri/ o milă
Înot 400 metri
Sistemul aerob
Patinaj 10.000 metri
Ski fond
Maraton (26,2 mile sau 42,2 km)
Jogging

Se observă deci că sistemul fosfaților este cel utilizat de mușchi pentru vârfurile de putere de câteva secunde, iar sistemul aerob este necesar pentru activitatea sportivă prelungită. Intermediar se situează sistemul glicogen-acid lactic, care este important mai ales pentru oferi o putere suplimentară în curse intermediare cum a fi alergările de 200 până la 800 de metri.

Recuperarea sistemelor metabolice musculare după efort – așa cum energia din fosfocreatină poate fi folosită pentru a reface adnozin trifosfatul, tot așa poate fi folosită energia din sistemul glicogen-acid lactic pentru a reface atât fosfocreatină, cât ATP-ul. Apoi energia din metabolismul oxidativ al sistemului aerob poate fi folosită pentru a reface toate celelalte sisteme - ATP, fosfocreatină, precum și sistemul glicogen-acid lactic.

Refacerea sistemului acidului lactic înseamnă în principal îndepărtarea excesului de acid lactic care s-a acumulat în toate lichidele organismului. Acest fapt este deosebit de important deoarece *acidul lactic determină o oboseală extremă*. Când metabolismul oxidativ furnizează cantități suficiente de energie, îndepărtarea acidului lactic se poate face în doua moduri: în primul rând, o mică parte din acesta este retransformată în acid piruvic și apoi metabolizată oxidativ de toate țesuturile

organismului. În doilea rând acidul lactic rămas este reconvertit în glucoză în principal în ficat: glucoza la rândul său este utilizată pentru a reface stocurile de glicogen din mușchi.

Refacerea sistemului aerob după efort – în cursul etapelor precoce ale unui exercițiu intens este consumată chiar și o parte din capacitatea energetică aerobă a unui individ. Aceasta rezultă din două efecte: așa zisa *datorie de oxigen* și *depleția stocurilor de glicogen ale mușchilor*.

Datoria de oxigen – în mod normal, organismul conține circa doi litri de oxigen stocat ce poate fi utilizat pentru metabolismul aerob chiar fără să se respire oxigen proaspăt. Oxigenul stocat este alcătuit din următoarele : (1) 0,5 litri în aerul din plămâni; (2) 0,25 litri dizolvați în lichidele organismului; (3) 1 litru combinat cu hemoglobina din sânge; și (4) 0,3 litri depozitați chiar în fibrele musculare, în combinație cu mioglobina, un compus chelator de oxigen similar cu hemoglobina.

În efortul intens, aproape tot acest oxigen stocat este utilizat în curs de aproximativ un minut pentru metabolismul anaerob. Apoi, după ce efortul s-a terminat, acest oxigen depozitat trebuie refăcut respirând cantități suplimentare de oxigen, peste necesitățile obișnuite. În plus, mai sunt necesari ceva mai mult de 9 litri de oxigen pentru a asigura refacerea atât a sistemului fosfaților cât și sistemul acidului lactic. Tot acest oxigen suplimentar care trebuie „plătit”, aproximativ 11,5 litri, poartă numele de datorie de oxigen.

În cursul primelor 4 minute, individul realizează un efort foarte intens, iar rata de consum al oxigenului crește de circa 15 ori. Apoi, după ce efortul încetează, consumul de oxigen continuă să rămână deasupra normalului, inițial foarte mult, pe măsură de organismul își reface sistemul fosfaților și de asemenea își plătește partea d datoriei de oxigen reprezentând oxigenul stocat, și apoi de încă o oră la un nivel mai scăzut, în timp ce este îndepărtat acidul lactic. Prima parte a datoriei de oxigen se numește *datoria de oxigen alactacidică*, și se ridică aproximativ 3,5 litri.

Ultima parte se numește *datoria de oxigen a acidului lactic* și se ridică la circa 8 litri.

Refacerea glicogenului muscular - recuperarea după o depleție completă a glicogenului muscular nu este un lucru simplu. Aceasta necesită adeseori zile întregi, spre deosebire de secunde, minute sau ore necesare refacerii sistemelor metabolice ale fosfaților sau acidului lactic. Figura 57-3 ilustrează acest proces de refacere în trei situații diferite: în primul rând la indivizi cu o dietă bogată în glucide; în al doilea rând la indivizi cu o dietă bogată în lipide și proteine; și în al treilea rând la indivizi nealimentați. Trebuie remarcat că în cazul dietei bogate în glucide, recuperarea completă se realizează în aproximativ două zile. Pe de altă parte, la cei cu dietă bogată în proteine sau grăsimi sau nealimentați, apare o refacere foarte slabă chiar și după 5 zile. Din această comparație rezultă că (1) pentru un sportiv este important să aibă o dietă bogată în glucide înainte de o probă sportivă forate grea și (2) să nu facă un efort epuizant cu 48 ore înainte de probă.

Principii nutritive folosite în timpul activității musculare - deși am accentuat importanța unei diete bogate în glucide și a depozitelor mari de glicogen muscular pentru performanța sportivă maximală, aceasta nu înseamnă că numai glucidele sunt folosite pentru energia musculară – înseamnă numai că glucidele sunt utilizate de preferință. De fapt, mușchii folosesc pentru energie mari cantități de grăsimi sub formă de *acizi grași* și *acid acetoacetic* și utilizează într-o mai mică măsură și proteinele sub formă de *aminoacizi*. De fapt, chiar și în cele mai bune condiții, în probele sportive ce durează mai mult 4-5 ore, rezervele de glicogen muscular se epuizează și în continuare nu mai sunt de mare ajutor ca sursă energie pentru contracția musculară. De acum, mușchiul depinde energetic de alte surse, în principal de grăsimi.

Nu toată energia din glucide provine din glicogenul depozitat în mușchi. La mulți indivizi, o cantitate similară de glicogen este stocată în ficat; acesta poate fi eliberat în sânge sub forma de glucoză, apoi preluată

de mușchi că sursă de energie. În plus, soluțiile de glucoză pe care le bea un atlet în cursul unei probe atletice (într-o concentrație optimă de 2-2,5 %) pot furniza până la 30-40% din energia necesară în cursul probelor sportive prelungite, cum ar fi alergarea maratonului.

În esență deci, dacă sunt disponibil glicogenul muscular și glucoza sanguină, aceștia reprezintă principiile energetice de selecție pentru o activitate musculară intensă. Chiar și așa, pentru o probă de adevărată rezistență, este de așteptat ca lipidele să asigure peste 50% din energia necesară după primele 3-4 ore.

Efectul antrenamentului sportiv asupra mușchilor și performanței musculare

Importanța antrenamentului de maximă rezistență - unul din principiile cardinale ale dezvoltării mușchilor în cursul antrenamentului sportiv este următorul: mușchii care funcționează fără nici o sarcină, chiar dacă sunt puși în funcție ore întregi, își cresc foarte puțin forța. La cealaltă extremă, mușchii care se contractă la forța lor maximală, sau aproape de ea, își vor dezvolta foarte rapid forță, chiar dacă aceste contracții se fac de numai câteva ori pe zi. Utilizând acest principiu, experimentele legate de dezvoltarea mușchilor au demonstrat că șase contracții musculare maxime sau aproape maxime efectuate în trei reprize separate, 3 zile pe săptămână, oferă cu aproximație creșterea optimă în forță musculară, fără a produce oboseala musculară cronică. Curba superioară din fig.57-5 ilustrează procentajul aproximativ a creșterii forței ce poate fi obținut la un individ neantrenat prin acest program de antrenament rezistiv optimal, arătând că forță musculară crește aproximativ 30% în primele 6 până la 8 săptămâni după care se stabilizează la un platou. O dată cu această creștere a forței se înregistrează și un procent aproximativ egal de creștere a masei musculare, ce poartă numele de *hipertrofie musculară*.

Hipertrofia musculară - dimensiunea normală a mușchilor unui individ este determinată în principal de ereditate și de nivelul de secreție al testosteronului care produce la bărbați dimensiuni ale mușchilor considerabil mai mari decât la femei. Totuși, prin antrenament, mușchi se pot hipertrofia probabil cu încă 30 până la 60%. Cea mai mare parte din această hipertrofie rezultă din creșterea diametrelor fibrelor musculare; acest fapt însă nu este întregime adevărat, deoarece se presupune că un număr redus de aceste fibre care cresc foarte mult se separă de fapt pe mijloc pe întreaga lor lungime pentru a forma fibre complet noi, cresc în astfel puțin și numărul fibrelor.

Modificările ce apar în interiorul fibrelor musculare hipertrofiate cuprind: (1) creșterea numărului de miofibre, proporțional cu gradul de hipertrofie; (2) o creștere de până la 12% a enzimelor mitocondriale; (3) o creștere de 60-80% a componentelor sistemului metabolic al fosfaților, incluzând ATP-ul și fosfocreatina; (4) o creștere de până la 50% a glicogenului depozitat; (5) o creștere de 75-100% trigliceridelor stocate. Datorită tuturor acestor schimbări, crește capacitatea atât a sistemelor metabolice anaerobe, cât și aerobe, crescând mai ales rata maximă a oxidării eficacitatea sistemului metabolismului oxidativ cu până la 45%.

Fibre musculare rapide și lente - la om, toți mușchii au procente variabile de fibre musculare rapide și fibre musculare lente. De exemplu, mușchiul gastrocnemian are o preponderență mai mare de fibre rapide, ceea ce-i oferă capacitatea unor contracții puternice și rapide, de tipul celor utilizate la sărituri. Pe de altă parte, mușchiul solear are o preponderență mai mare de fibre musculare lente, fiind de aceea foarte mult utilizat pentru activitatea musculară prelungită a piciorului.

Diferențe fundamentale dintre fibrele rapide și cele lente sunt următoarele:

1. Fibrele rapide sunt de aproximativ două ori mai mari în diametru.

2. Enzimele care favorizează eliberarea rapidă a energiei din sistemele energetice al fosfaților și glicogen-acid lactic sunt de două sau de trei ori mai active în fibrele rapide decât în cele lente, făcând ca puterea maximă dezvoltată de fibrele rapide să fie dublă față de fibrele lente.

3. Fibrele lente sunt structurate în principal pentru rezistență, mai ales pentru generarea energiei aerobe. Ele au mai multe mitocondrii decât fibrele rapide. În plus, ele conțin considerabil mai multă mioglobină, o proteină similară hemoglobinei care se combină oxigenul în cadrul fibrei musculare; un efect și mai important este acela că mioglobină crește rata difuziunii oxigenului prin fibră transferând oxigenul de la o moleculă de mioglobină la alta. În plus, enzimele

sistemului metabolic aerob sunt considerabil mai active la fibrele lente față de cele rapide.

4. Numărul de capilare pe unitatea de greutate a fibrelor este mai mare în vecinătatea fibrelor lente decât a celor rapide.

În rezumat, fibrele rapide pot furniza o mare putere timp de câteva secunde până la un minut. Fibre lente în schimb asigură rezistență, furnizând o forță a contracției prelungită pe minute sau chiar ore.

Deficiențele ereditare ale unor sportivi în fibre rapide sau fibre lente - unele persoane au considerabil mai multe fibre musculare rapide decât lente, iar alții au mai multe fibre lente; aceasta poate în mod evident să determine într-o măsură capacitățile sportive ale diverșilor indivizi. Din păcate, antrenamentul sportiv nu pare să modifice proporțiile relative ale fibrelor rapide și lente, oricând de mult s-ar strădui un sportiv să-și dezvolte un tip de aptitudine sportivă în defavoarea alteia. Aceste proporții sunt determinate aproape integral de editate, și aceasta ajută la recomandarea domeniului sportiv cel mai potrivit fiecărei persoane: unii sunt născuși să fie maratonisti; alți sunt născuși să fie sprinteri și săritori. De exemplu, sunt enumerate mai jos procenteale fibrelor rapide și celor lente în mușchi cvadriceps la diferite tipuri de sportivi:

	<i>Fibre rapide</i>	<i>Fibre lente</i>
Maratoniști	18	82
Înotători	26	74
Omul obișnuit	55	45
Ridicători de greutate	55	45
Sprinteri	63	37
Săritori	63	37

Respirația în timpul efortului

Deși capacitatea respiratorie a unui individ este relativ de mică importanță în desfășurarea sporturilor de tip sprint, ea are o importanță critică pentru performanța maximă în sporturile de rezistență.

Consumul de oxigen și ventilația pulmonară în timpul efortului - consumul normal de oxigen al unui adult tânăr în repaus este în jur de 250ml/min. Totuși, în condiții maxime acesta poate crește la aproximativ următoarele niveluri medii:

ml/min

Om obișnuit neantrenat	3600
Om mediu cu antrenament sportiv	4000
Bărbați maratoniști	5100

Tabelul ilustrează relația dintre consumul de oxigen la diverse grade de efort și ventilația pulmonară. Din această figură reiese clar, cum era și de așteptat, că între ele există o relație liniară. În cifre rotunde, atât consumul de oxigen, cât și *ventilația pulmonară* cresc aproximativ de 20 de ori între starea de repaus și intensitatea maximă a efortului.

Limitele ventilației pulmonare – cât de sever ne solicităm sistemul respirator în timpul efortului? Se poate răspunde la această întrebare prin următoarea comparație făcută pentru bărbatul normal:

l/min

Ventilația pulmonară la efort maximal	100-110
Capacitatea ventilatorie maximă	150-170

Așadar, capacitatea ventilatorie maximă este cu aproximativ 50% mai mare decât ventilația pulmonară reală înregistrată în timpul efortului. Aceasta constituie evident un element de siguranță pentru sportivi, oferindu-le o ventilație suplimentară ce poate fi utilizată în condiții ca (1) efortul la mare altitudine, (2) efortul în condiții de mare căldură, și (3) anomalii ale sistemului respirator.

Faptul cel mai important este că sistemul respirator nu este în mod normal factorul cel mai limitativ în furnizarea de oxigen care mușchii în timpul metabolismului muscular aerob maximal. Vom vedea imediat că un factor mult mai limitativ este capacitatea inimii de a pompa sânge către mușchi.

Efectul antrenamentului asupra consumului maximal de oxigen – abrevierea pentru rata de consum a oxigenului în cursul metabolismului aerob maximal este VO_2Max . Tabelul ilustrează efectul progresiv al antrenamentului sportiv asupra VO_2Max înregistrat la un grup de subiecți începând de la nivelul lipsei antrenamentului și urmând programul de antrenament vreme de 7 până la 13 săptămâni. Ce este surprinzător în acest studiu este că VO_2Max a crescut numai 10%. În plus, nici frecvența antrenamentului, fie ea de două sau de cinci ori pe săptămână, nu a avut un efect sensibil asupra creșterii VO_2Max . Cu toate acestea, așa cum s-a arătat mai de vreme, VO_2Max al maratonistilor este cu aproximativ 45% mai mare decât la persoanele neantrenate. O parte din acest VO_2Max mai mare al maratonistului este determinat genetic; cu alte cuvinte, acele persoane care au dimensiuni mai mari ale toracelui în raport cu talia și mușchi respiratori mai puternici se autoselectează pentru a deveni maratonști. Este totuși foarte posibil ca antrenamentul extrem de prelungit al maratonistului să-i crească VO_2Max la valori considerabil mai mari decât zece procente care au fost înregistrate în experimente de termen scurt ca cel din figura 57-7.

Capacitatea de difuziune a oxigenului la sportivi - capacitatea de difuziune a oxigenului este o măsură a ratei la care oxigenul poate difuza din alveole în sânge. Ea se exprimă în mililitri de oxigen care vor difuza pentru fiecare milimetru de mercur diferență de presiune parțială a oxigenului între aerul alveolar și sângele pulmonar. Cu alte cuvintele, dacă presiunea în sânge este de 90 mm Hg, cantitatea de oxigen care va difuza prin membrana respiratorie în fiecare minut reprezintă capacitatea

de difuziune. Iată mai jos valorile măsurate ale diferitelor capacități de difuziune:

ml/min

Nesportiv în repaus	23
Nesportiv în cursul unui efort maximal	48
Patinatori viteză în efort maximal	64
Înotători în efort maximal	71
Canotori în efort maximal	80

Faptul cel mai surprinzător legat de aceste rezultate este creșterea de aproape trei ori a capacității de difuziune între starea de repaus și starea de efort maximal. Aceasta rezultă în principal din faptul că fluxul de sânge prin multe din capilarele pulmonare este foarte lent sau chiar dormant în starea de repaus, în vreme ce în timpul efortului creșterea fluxului de sânge prin plămâni face ca toate capilarele pulmonare să fie perfuzate la nivelul lor maximal, oferind astfel o suprafață mult mai mare prin care oxigenul poate difuza în sângele capilar pulmonar.

Din aceste valori rezultă clar și că sportivii care au nevoie de cantități de difuziune mai mari. Aceasta se datorează oare faptului că persoanele cu o capacitate naturală de difuziune mai mare aleg aceste tipuri de sporturi, sau faptului că anumită tehnică de antrenament le crește capacitatea de difuziune? Răspunsul nu se cunoaște; dar trebuie să credem că antrenamentul își are rolul său, mai ales antrenamentul de rezistență.

Gazele sanguine în timpul efortului – datorită mării utilizării a oxigenului de către mușchi în efort, ar fi de așteptat ca presiunea parțială a oxigenului în sângele arterial să scadă marcat în timpul eforturilor intense, iar presiunea parțială a sângelui venos să crească mult peste normal. Totuși în mod normal nu se întâmpla așa. Ambele aceste valori rămân aproape normale, ilustrând extrema capacitate a sistemului respirator de a asigura o aerare adecvată a sângelui chiar și în cele mai

intense eforturi, ceea ce ilustrează un punct foarte important. Nu este nevoie ca gazele sanguine să devină anormale pentru a fi stimulată ventilația. În efort, respirația este stimulată în principal de mecanisme neurogenice. O parte din această stimulare se datorează simulării directe a centrului respirator de către același impulsuri nervoase transmise de la creier către mușchi pentru o inițiere a efortului. O parte se presupune că se datorează impulsurilor senzoriale transmise la centrul respirator de la mușchii în contracție și de la articulațiile în mișcare. Toată această stimulare nervoasă este de regulă suficientă pentru a asigura exact creșterea adecvată a ventilației pulmonare pentru a menține gazele respiratorii – oxigenul și dioxidul de carbon – aproape normale.

Efectul fumatului asupra ventilației pulmonare la efort – s-a afirmat adeseori că fumatul poate reduce „suflul” sportivilor. Acest fapt este adevărat din mai multe motive. În primul rând, unul din efectele nicotinei este constricția bronhiolilor terminale din plămâni, ceea ce crește rezistența la fluxul de aer din și în plămâni. În al doilea rând, efectul iritant al fumului determină o secreție crescută de lichid în arborele bronșic, precum și edematierea epitelului care-l căptușește. În al treilea rând, nicotină paralizăază ciliile de pe suprafața celulelor epiteliale respiratorii care în mod normal bat continuu pentru a îndepărta excesul de lichid și particulele străine din tractul respirator. Prin urmare, în căile aeriene se acumulează multe debrisiuri și se adaugă dificultății în respirație. Coroborând toți acești factori, chiar și cel mai mic fumător va simți o jenă respiratorie în timpul efortului maximal, iar nivelul performanței va fi evident redus.

Efectele fumatului cronic sunt cu mult mai severe. Există foarte puțini fumători cronici la care nu se dezvoltă un grad de emfizem. În această boală, apar următoarele: (1) bronșită cronică, (2) obstrucția multora din bronhiolile terminale, și (3) distrugerea multor septuri alveolare. În emfizemul sever, poate fi distrusă până la patru cincimi din membrana respiratorie. De fapt, mulți asemenea pacienți nu pot efectua

nici măcar proba sportivă de a merge pe podeaua unei camere fără a găfâi. Aici numai fumatul poate fi acuzat.

Sistemul cardio-vascular în timpul efortului

Fluxul sanguin muscular - scopul final al activității cardio-vasculare în timpul efortului este de a furniza oxigen și alte substanțe nutritive mușchilor. Pentru acest scop, fluxul sanguin muscular crește drastic în timpul efortului. Figura 57-8 ilustrează înregistrarea fluxului – de circa 13 ori – dar și diminuarea fluxului în timpul fiecărei contracții musculare. Din acest studiu se pot trage două concluzii: (1) Procesul contractil propriu-zis diminuează temporar fluxul sanguin muscular deoarece mușchii în timpul contracției comprimă vasele de sânge intramusculare; prin urmare contracțiile tonice puternice pot duce rapid la oboseală musculară datorită lipsei aportului adecvat de oxigen și substanțe nutritive în timpul contracției continue. (2) Fluxul de sânge către mușchi poate crește marcat în timpul efortului. Comparăția de mai jos ilustrează creșterea maximală a fluxului de sânge ce poate apărea la un sportiv bine antrenat.

ml/100g mușchi/minut

Flux sanguin de repaus	3,6
Flux sanguin în timpul efortului maximal	90,0

Prin urmare, în timpul celui mai intens efort, fluxul sanguin muscular poate crește maximum de 25 de ori. Circa jumătate din această creștere a fluxului se datorează vasodilatației intramusculare produsă de efectele directe ale creșterii metabolismului muscular. Cealaltă jumătate rezultă din din factori multipli, dintre care cea mai important este probabil creșterea moderată a presiunii arteriale ce apare la efort, cu o creștere de obicei de aproximativ 30%. Creșterea presiunii nu numai că împinge mai mult sânge în vasele de sânge, dar destinde și pereții arteriolelor și reduce mai mult rezistența periferică. Prin urmare, o creștere de 30% a presiunii arteriale poate adesea dubla fluxul de sânge;

aceasta se adaugă creșterii importante a fluxului deja produsă de vasodilatația metabolică.

Lucrul mecanic, consumul de oxigen și debitul cardiac în timpul efortului – figura ilustrează interrelația dintre lucrul mecanic, consumul de oxigen și debitul cardiac în timpul efortului. Nu este surprinzător faptul ca toți acești parametri sunt direct proporționali între ei, după cum se vede din funcțiile liniare, deoarece lucrul mecanic muscular crește consumul de oxigen, iar consumul de oxigen la rândul său dilată vasele de sânge musculare, crescând astfel întoarcerea venoasă și debitul cardiac.

Debitele cardiace caracteristice mai multor niveluri de efort sunt următoarele:

l/m

Bărbat tânăr de talie medie, în repaus	5,5
Debit maxim în timpul efortului la tânăr neantrenat	23
Debit maxim în efort la un bărbat maratonist	30

Prin urmare, o persoană normală neantrenată își poate crește debitul cardiac cu puțin peste de patru ori, iar un sportiv bine antrenat își poate crește debitul cardiac de șase ori. Unor maratonisti li s-a măsurat un debit cardiac chiar și de 35-40 l/min.

Efectul antrenamentului asupra hipertrofiei cardiace și asupra debitului cardiac – din datele anterioare este evident că maratonisti pot realiza un debit cardiac maximal cu aproximativ 40% mai mare decât persoanele neantrenate. Aceasta este în principal rezultatul măririi cavităților inimii la un maratonist cu aproximativ 40%; pe lângă dilatarea cavităților, masa inimii crește de asemenea cu 40%. Prin urmare în timpul antrenamentului se hipertrofiază nu numai mușchi scheletici, dar și

inima. Totuși, mărirea inimii și creșterea capacității de pompă apar numai la antrenamentul de rezistență, nu și la antrenamentul de sprint.

Deși inima unui maratonist este mai mare decât a unui individ normal, debitul cardiac de repaus este aproape exact același ca și la individul normal. Totuși, acest debit cardiac normal este realizat printr-un debit sistolic mare și o frecvență cardiacă redusă. Tabelul 57-2 compară debitele sistolice și frecvențele cardiace între persoane neantrenate și maratonişti.

Eficiența de pompă a fiecărei bătăi este deci cu 40-50% mai mare la sportivul bine antrenat decât la o persoană neantrenată, dar există și o scădere corespunzătoare a frecvenței cardiace în repaus.

Rolul debitului sistolic și al frecvenței cardiace în creșterea debitul cardiac – modificările aproximative ale debitului sistolic și frecvenței cardiace pe măsură ce debitul cardiac crește de la nivelul său de repaus de aproximativ 5,5 litri/minut la 30 litri/minut la alergătorul de maraton: *Debitul sistolic* crește de la 105 la 162 mililitri, o creștere de circa 50%; în timp ce frecvența cardiacă crește de la 50 la 185 bătăi pe minut, o creștere de 270%. Prin urmare, creșterea frecvenței cardiace este răspunzătoare de o proporție cu mult mai mare din creșterea debitului cardiac decât creșterea debitului sistolic în timpul unui efort intens. Debitul sistolic își atinge în mod normal maximul în momentul în care debitul cardiac a crescut numai la jumătate din maxim. Orice creștere în continuare a debitului cardiac trebuie să se producă prin creșterea frecvenței cardiace.

Relația dintre performanța cardiovasculară și VO₂max – în timpul efortului maximal, atât debitul sistolic, cât și frecvența cardiacă sunt crescute la aproximativ 95% din nivelurile lor maxime. Având în vedere că debitul sistolic înmulțit cu frecvența cardiacă, înseamnă că debitul cardiac normal este la aproximativ 90% din maximal care poate fi atins. Aceasta este în contrast cu cei aproximativ 65% din maximul ventilației pulmonare. Prin urmare, se vede că sistemul cardiovascular

este în mod normal mai limitativ în ceea ce privește VO₂max decât sistemul respirator. Din acest motiv, se afirmă adesea că performanța care poate fi realizată de maratonist depinde în principal de inima sa, deoarece aceasta este veriga limitativă cea mai importantă în furnizarea oxigenului adecvat pentru mușchii în lucru. Prin urmare, avantajul de 40% în debitul cardiac pe care maratonistul îl are față de bărbatul neantrenat este probabil singur beneficiu de importanță fiziologică majoră al programului de antrenament al maratonistului.

Efectul bolilor de inimă și al vârstei înainte asupra performanței sportive – datorită limitei critice pe care sistemul cardiovascular o plasează în calea performanței sportive la sporturile de rezistență, este ușor de înțeles de ce orice tip de boală cardiacă care reduce debitul cardiac maxim va produce o scădere aproape proporțională în puterea musculară care poate fi atinsă. Prin urmare, o persoană cu insuficiență cardiacă congestivă are adesea dificultăți în realizarea puterii musculare necesare chiar coborâri din pat, și nici măcar nu poate traversa camera.

Și debitul cardiac al persoanelor în vârstă scade considerabil - există o scădere de până la 50% între adolescență și vârsta de 80 de ani. Din nou, și aici se constată că puterea musculară maximă realizabilă este mult redusă.

Căldura corpului uman în timpul efortului

Aproape toată energia eliberată de metabolismul organismului din principiile nutritive este în cele din urmă convertită în căldură. Aceasta se aplică și energiei care produce contracția musculară, din următoarele motive: în primul rând, eficiența maximă de transformare a energiei hranei în lucru mecanic muscular, chiar și în cele mai bune condiții, este de numai 20-25% restul din energia hranei este convertită în căldură în cursul reacțiilor chimice intra celulare. În doilea rând, aproape toată energia destinată producerii lucrului mecanic se transformă tot în

căldură deoarece toată, cu excepția unei mici porțiuni a acestei energii, este folosită pentru (1) învingerea rezistenței vâskoase ce apare la mișcarea mușchilor și articulațiilor, (2) învingerea forțelor de frecare ale sângelui ce curge prin vase, și (3) alte efecte similare toate convertesc energia contractilă musculară în căldură.

Dacă luăm în considerare posibilitatea creșterii de peste de 20 de ori a consumului de oxigen a organismului la sportivul antrenat și creșterea direct proporțională cu consumul de oxigen a cantității de căldură eliberată în organism, este ușor de înțeles ca imense cantități de căldură sunt degajate în țesuturile interne ale organismului în timpul probelor sportive de rezistență.

Mai departe, dacă acest flux mare de căldură prin organism se produce într-o zi foarte caldă și umedă, astfel încât mecanismul sudorației să nu poată elimina căldura, la sportiv se poate ușor dezvolta o condiție insuportabilă și chiar letală, numită *șocul termic*.

Șocul termic – în timpul sporturilor de rezistență, chiar și în condiții normale de mediu temperatura corpului crește adesea de la nivelul său normal de 37 C la 40 C. În condiții de căldură sau umiditate mare sau cu o îmbrăcăminte suplimentară, temperatura poate cu ușurință să crească până la 41,1 C- 42,5 C. La aceste nivele temperatura însăși devine distructivă pentru celule, mai ales pentru celulele cerebrale. Când aceasta se întâmplă, încep să apară multiple simptome, incluzând slăbiciune extremă, epuizare, cefalee, confuzie, greață, sudorație profuză, obnubilare, colaps și inconștiență.

Acest întreg complex est denumit șoc termic, și netratarea lui imediată poate conduce la moarte. De fapt, deși persoana s-a oprit din efort, temperatura nu scade ușor singură. Unul din motive este acela că la aceste temperaturi înalte, mecanismul termoreglator însuși devine adesea insuficient. Un al doilea motiv este că temperatura înaltă dublează aproximativ rata tuturor reacțiilor chimice intracelulare, eliberând deci și mai multa căldură.

Tratamentul șocului termic constă în reducerea, cât mai rapidă a temperaturii corpului. Cel mai practic procedeu pentru a face aceasta este îndepărtarea tuturor hainelor, stropirea continuă cu apă pe toată suprafața corpului sau udarea continuă cu un ventilator puternic. Experimentele au arătat că acest tratament poate reduce temperatura la fel de rapid ca și orice altă procedură, deși unii medici preferă scufundarea completă a corpului în apă cu gheață.

Lichidele și sărurile organismului uman în timpul efortului

La sportivi s-au înregistrat scăderi de 2 până la 5 kilograme într-o perioadă de 1 oră de probă sportivă de rezistență în condiții de mediu cald și umed. Practic toată această pierdere de greutate rezultă din pierderea sudorii. Pierderea de sudoare suficientă pentru a scădea greutatea corpului cu numai 3% poate diminua semnificativ performanțele individului, iar o scădere rapidă de 5-10% poate fi adesea foarte gravă, ducând la crampe musculare, greață și alte efecte. Prin urmare, este esențial ca lichidul pierdut să fie înlocuit.

Înlocuirea clorurii de sodiu și potasiului - sudoarea conține o cantitate mare de sare, motiv pentru care multă vreme s-a afirmat că toți sportivii ar trebui să ia tablete cu sar (clorură de sodiu) înainte de a face un efort în zilele calde și umede. Din păcate suprautilizarea tabletelor de sare a făcut adesea mai mult rău decât bine. În plus, dacă un sportiv se aclimatizează la căldură prin creștere progresivă a antrenamentelor sportive pe o perioadă de 1-2 săptămâni, (în loc să încerce realizarea de performanțe maxime din prima zi), glandele sudoripare se aclimatizează, astfel încât cantitatea de sare pierdută prin sudoare devine numai o mică fracțiune din cea dinainte de aclimatizare. Aclimatizarea glandelor sudoripare rezultă în principal din creșterea secreției de aldosteron către corticosuprarenală. Aldosteronul la rândul său are un efect direct asupra glandelor sudoripare, crescând reabsorbția de clorură de sodiu din sudoare înainte ca aceasta să iasă din tubulii glandelor sudoripare pe suprafața pielii. O dată ce sportivul este aclimatizat, nu trebuie decât rareori luată în considerare suplimentarea de sare în cursul probelor sportive.

Pe de altă parte, experiențe recente pe militari expuși brusc la eforturi grele în deșert au demonstrat existența unei alte probleme electrolitice – problema pierderii de potasiu. Pierderea de potasiu rezultă în parte din secreția crescută de aldosteron în timpul aclimatizării la

căldură, ceea ce crește pierderea de potasiu prin urină ca și prin sudoare. Ca o consecință a acestor noi descoperiri, unele din noile produse lichide suplimentare pentru sportivi încep să conțină cantități de sodiu și potasiu în proporții adecvate, de obicei sub formă de sucuri de fructe.

Diferențele dintre bărbat și femeie ca sportivi - cea mai mare parte din datele cantitative aferente acestui capitol se referă la bărbatul adult tânăr, pentru că la această categorie de sportivi s-au făcut măsurători aproape complete. Pentru măsurătorile efectuate pe femei se aplică principii fiziologice de bază aproape identice ca și la bărbați, existând numai diferențe cantitative datorate taliei, compoziției organismului și prezenței sau absenței hormonului sexual masculin – testosteron. În general, toate valorile cantitative pentru femei (cum ar fi forța musculară, ventilația pulmonară) se plasează cam între două treimi și trei sferturi din valorile înregistrate la bărbați. Pe de altă parte, când se măsoară ca forță pe centimetru pătrat de suprafață de secțiune, mușchii femeii pot atinge exact aceeași forță maximă de contracție ca și cei ai bărbatului - între 3 și 4 kg/cm². De aceea, o mare parte din diferența în performanța musculară totală se datorează procentului suplimentar de mușchi din organismului masculin, plus diferențelor endocrine.

Un bun indicator al capacității relative de performanță a femeii față de cea a bărbatului este dat de timpul relativ necesar pentru alergarea maratonului. Într-o comparație recentă, cea mai performantă femeie a alergat un timp cu 12% mai slab decât cel mai performant bărbat. Pe de altă parte, pentru anumite probe de rezistență, femeile au realizat uneori recorduri mai bune decât ale bărbaților - de exemplu, pentru traversarea înot dus-întors a Canalului Mânecii, unde prezența unei adipozități suplimentare ar putea să fi fost un avantaj.

Diferențele hormonale dintre femei și bărbați sunt responsabile cu siguranță de o mare parte dacă nu de majoritatea diferențelor în performanța sportivă. *Testosteronul* secretat de testiculele bărbatului au

efect anabolic puternic, producând o depunere mult crescută de proteine în tot corpul, și mai ales în mușchi. De fapt, chiar un bărbat care participă foarte puțin la activități sportive, dar care este totuși bine dotat cu testosteron va avea mușchi ce cresc la dimensiuni cu 40% mai mari decât ai unei femei, respectiv o creștere corespunzătoare a forței.

Hormonii sexuali feminini – estrogenii – probabil sunt și ei responsabili pentru unele din diferențele de performanță dintre bărbați și femei, deși nu atât de mult ca testosteronul. Se știe că estrogenii cresc depozitele adipoase la femeie, mai ales în anumite țesuturi, cum ar fi sânii, coapsele și țesutul subcutanat. Cel puțin în parte, acesta este motivul pentru care femeia nesportivă are o compoziție cu aproximativ 27% grăsime în corp în contrast cu bărbatul nesportiv care are numai 15%. Acesta este evident în detrimentul celor mai înalte performanțe sportive, în acele situații în care performanța depinde de viteza sau de forța corpului; pe de altă parte, ar putea fi un ajutor în probele sportive de mare rezistență care necesită grăsime pentru energie.

În fine, nu se poate neglija efectul hormonilor sexuali asupra temperamentului. Este neîndoielnic că testosteronul stimulează agresivitatea și că estrogenii se asociază unui temperament mai domol. Cu siguranță, într-o mare parte din sporturile competiționale, spiritual agresiv este cel care îndeamnă o persoană la efort maximal, adesea în detrimentul unei comportări judicioase.

4. Kinetoterapie

Modificările musculare, endocrine și nervoase induse de efort

În condițiile unui efort intens, la nivel muscular se acumulează acid lactic, care în asociere cu alți factori va genera oboseală musculară. Aceasta reprezintă un mecanism fiziologic dar în anumite condiții poate conduce la oboseală patologică sau supraantrenament.

Prevenirea acestor manifestări poate fi realizată în primul rând prin antrenament (fizic, psihic, metabolic), apoi prin mijloace de refacere, prioritar adresate substraturilor biologice afectate de efort.

Oboseala musculară este o stare fiziologică tranzitorie, manifestată printr-o diminuare a activității mușchiului, care dispare prin repaus. Apare în urma unei activități excesive și prelungite și se manifestă prin diminuarea forței maxime de contracție, prin scăderea potențialului funcțional al organismului și printr-o senzație subiectivă caracteristică. Se mai manifestă și prin difuzia contracțiilor și la alte grupe musculare, prin diminuarea preciziei în efectuarea mișcărilor și prin tremurături.

Factorii care determină oboseala musculară sunt multipli:

- lucrul mecanic efectuat în unitatea de timp este cel mai important. Când acesta este mare, oboseala se instalează rapid și intens, datorită consumului mare de energie;
- raportul dintre perioadele de lucru și cele de pauză;
- circulația sanguină capilară din mușchi are și ea rol în instalarea oboselii musculare. În timpul contracției musculare capilarele sunt comprimate și sângele din acest teritoriu trece în sistemul venos pentru a se întoarce la inimă. În timpul

relaxării mușchiului capilarele se pot umple din nou cu sânge oxigenat din sistemul arterial. Astfel prin contracțiile musculare se produce un mecanism de pompă periferică a sângelui. Când contracțiile musculare se succed rapid, relaxările fiind foarte scurte, capilarele nu au timp să se umple și în acest caz oboseala se instalează repede. De asemenea substanțele rezultate din catabolism nu pot fi îndepărtate din mușchi, iar substanțele energetice și oxigenul sunt furnizate în cantități insuficiente.

Cercetările au arătat că mecanismul de instalare al oboselii s-ar datora decuplării excitație-contracție, potențialul electric ne mai putând antrena aparatul fibrilar. Centrii nervoși intervin compensator prin corectarea acestei insuficiențe periferice și obolesc în mod secundar.

Sub influența antrenamentului are loc o hipertrofie a fibrelor musculare și deci o mărime de volum a mușchiului și implicit a forței musculare. La începutul hipertrofiei unui mușchi activ rețeaua vasculară capilară rămâne în urmă, ceea ce duce la hipoxie tisulară. În timp se produce o adaptare cu deschiderea unor capilare de rezervă și ulterior cu formarea unor noi capilare.

Substanțele metabolice rezultate din contracția musculară produc o vasoconstricție locală și spasme ale arteriolelor însoțite de o creștere a permeabilității pereților vasculari. Efortul fizic, dozat incorect, poate conduce la ischemie.

Din punct de vedere endocrin, hormonii crează un fond general de adaptare la efort prin mobilizarea adecvată a resurselor funcționale și menținerea homeostaziei generale în condiții specifice efortului fizic intens.

Echilibrul homeostatic include verigi multiple ce constau în direcționarea metabolismului glucidic și hidromineral, adaptarea la stress, termoreglare, adaptări circulatorii și respiratorii.

În adaptarea la efort, asupra sistemelor funcționale intervin ansambluri endocrine care asigură o mobilizare mai rapidă a tuturor funcțiilor. Intervenția mecanismelor endocrine este dependentă și de integritatea morfofuncțională a sistemului, de intensitatea și volumul efortului, de gradul de antrenament, starea emoțională, dar și de condițiile externe (frig, hipoxie, temperaturi ridicate).

În efortul fizic intens, dar de scurtă durată prevalează activitatea simpato-adrenală (MSR). Adrenalina și noradrenalina secretate de glanda medulosuprarenală determină efecte vegetative (adaptarea cronotropă și inotropă a inimii, intensificarea circulației) și metabolice.

În efortul fizic prelungit este implicat în principal axul hipofizocortico-suprarenalian care reglează producerea de minerale și glucocorticoizi cu efecte metabolice asupra metabolismului glucidic și lipidic (gluconeogeneza și lipoliza). Alți hormoni ce intervin sunt STH (hormonul de creștere), glucagonul, ADH (hormon antidiuretic). Se asociază inhibiția secreției de insulină și instalarea treptată a utilizării lipidice predominant.

În eforturile cu solicitări nervoase și psihice predomină activitatea simpato-adrenală și tiroidiană. În perioada de refacere intervin în principal hormonii glucocorticoizi, androgeni, tiroxina, insulina și STH-ul.

Din punct de vedere al digestiei, în repaus la antrenări, sub acțiunea sistemului nervos parasimpatic are loc o intensificare a funcțiilor digestive (motorii, de absorbție). În efort însă asistăm la o reducere a acestor funcții în scopul măririi potențialului de efort al organismului.

La nivelul ficatului efortul fizic are o acțiune stimulatorie, astfel încât spre deosebire de stomac și intestin la acest organ apare o vasodilatație cu o irigare consecutivă mult îmbunătățită. De asemenea crește secreția de bilă cu favorizarea digestiei lipidelor. Ca urmare a apariției acidozei va crește aciditatea gastrică (eliminarea ionilor H⁺).

Influența efortului la nivelul sistemului nervos implică atât modificări la nivelul sistemului nervos central cât și la nivelul sistemului nervos periferic.

Sistemul nervos prezintă modificări încă înaintea începerii efortului fizic propriu-zis (starea de start), manifestate prin creșteri ale excitabilității corticale. Această stare a sportivului în care și pe plan vegetativ apar modificări, are la baza o serie de legături somato-corticoviscerale care, în mod reflex (pe baza reflexelor condiționate), determină aceste modificări somato-vegetative

Debutul efortului fizic este însoțit de o inhibiție de scurtă durată a reflexelor și reacțiilor vegetative, care suportă o influență mai mare decât reacțiile somatice.

După 10-15 minute de la debutul efortului crește forța și rapiditatea reacțiilor reflexe, sub efectul iradierii excitației care cuprinde scoarța și regiunea subcorticală, plecând din centrii motori excitați, prin stimularea proprioceptorilor mușchilor solicitați și prin factorii hormonal.

După încetarea efortului apare o stare de excitație reziduală care se poate menține un timp îndelungat. La sportivii antrenați această stare poate scădea ca durată sau poate dispăre.

O altă modificare a dinamicii proceselor corticale, observată după eforturi intense și prelungite, este inhibiția protectoare ce se traduce prin slăbirea și încetinirea reacțiilor reflexe. În plus pot apare dereglări cortico-subcorticale ce se manifestă prin scăderea capacității funcționale a scoarței cerebrale cu creșterea excitabilității centrilor subcorticali.

După unii cercetători patologia supraantrenamentului este analoagă cu cea a nevrozelor și se manifestă, pe lângă tulburările de comportament, prin scăderea controlului cortical asupra organelor și sistemelor.

Mecanismele și simptomatologia oboselii

Oboseala patologică se diferențiază de cea fiziologică, ce apare normal în efortul sportiv, și poate fi prevenită și corectată prin mijloacele refacerii. Această stare implică disconfort fiziologic, fiind însoțită de senzații neplăcute și o scădere accentuată a randamentului fizic, psihic sau mixt. În tabelele următoare se prezintă câteva aspecte cu privire la mecanismele oboselii la sportivi.

Mecanismele oboselii la sportivi

Felul și durata efortului	ATP derivat din metabolismul aerob %	Cauze majore de oboseală
5-35s Atletism, Înot	0% la 100m 10% la 200m	Depleție de CP
36-120s Atletism: 400, 800m Înot: 100, 200m	25% la 400m 50% la 800m	Depleție de CP Acumulare de protoni
2-10min Anduranță medie	65% la 1500m	Acumulare de protoni+NH₃
10-35min Anduranță lungă I	87% la 5000m, Atletism 97% la 10000m Atletism	Depleție de glicogen
35-90min și 90-360min Anduranță lungă II și III	100% la maraton	Depleție de glicogen+ Acumulare de peroxizi

(după E. Newsholme, T. Lech, 1988)

Mecanismele oboselii centrale (neuropsihice) sunt:

- depleția de glucoză circulantă (creierul utilizează 5g/min);
- depleția unor aminoacizi (leucina, valina, triptofan) în sânge și pătrunderea lor în creier;
- factorii psihici, vegetativi.

Trecând peste câteva teorii mai vechi, care au încercat să explice cauzele acestei oboseli (teoria epuizării substratului energetic, Schiff; teoria toxinei specifice Weichardt, chenotoxina; teoria intoxicării cu metaboliți intermediari, rezultați în mușchi, Hill și Plugger, cum ar fi acidul lactic; teoria heterocronismului, dereglarea raportului dintre hiperexcitabilitatea nervului și a mușchiului) teorii care s-au dovedit a evidenția mai mult efectele oboselii și nu cauzele acesteia. În urma unor cercetări efectuate de Newsholme E. și Leech T., în 1988, s-au precizat cauzele oboselii, după cum urmează (date sintetizate în tabelele precedente): pentru oboseala fizică musculară locală – depleția de CP pentru eforturile până la 35 de secunde; depleția de CP și acumulare de protoni-acid lactic pentru eforturile de duranță scurtă, 35 de secunde – 2 min; acumulare de protoni, acid lactic și amoniac pentru duranță medie; depleția de glicogen pentru eforturile de duranță lungă I și depleția de glicogen și acumularea de peroxizi lipidici pentru duranță I, II, III; pentru oboseala centrală, psihică sunt incriminați trei factori: scăderea glucozei circulante (creierul utilizează 5g/min și este foarte sensibil la scăderea glicemiei; creșterea unor aminoacizi din sânge (leucina, valina, triptofan) și creșterea lor în creier printr-un deficit al enzimei (5 hydroxiaminotriptoxina); factori neuropsihici, în special stresul.

Se subînțelege că în efort această oboseală poate merge până la epuizare, deci abandon. Prevenirea acestor manifestări limită de suprasolicitare poate fi făcută în primul rând prin antrenament (fizic, psihic, metabolic), apoi prin mijloace de refacere, prioritar adresate substraturilor biologice afectate de efort.

Supraantrenamentul, supraîncordarea și punctul mort

Supraantrenamentul - sau nevroza de suprasolicitare, reprezintă forma clinică a oboselii patologice cronice, care constă în afectarea profundă a întregului organism (de unde rezultă rolul SNC) în geneza acestei afecțiuni sportive.

Prof. Georgescu M. (1998), distinge următoarele grupe de sportivi care ajung la supraantrenament:

- cei care au obținut (ca urmare a unor greșeli metodice în pregătire, de regulă suprasolicitări înainte de obținerea formei sportive, propunându-se termenul de surmenaj);
- cei la care efortul nu justifică instalarea bolii (în realitate fiind vorba de asocierea unor factori stresanți diverși, puternici).

Rolul SNC în apariția acestei boli este confirmat și de a treia categorie, care astăzi reprezintă cazurile cele mai numeroase.

Simptomatologia este impresionant de polimorfa, iar randamentul sportiv este constant scăzut. S-au descris două forme clinice: tiroidiană (hiperfuncție) și suprarenală (hipofuncție). Se evidențiază într-o anumită ordine principalele semne: tulburări de comportament, în special în sfera psihică, dar și în cea fizică (apetit, somn, astenie, cefalee, reactivitate etc.); scăderea Hb, elemente patologice în urină, scăderea masei corporale (L. Prokop susține că o scădere de 3% în greutatea corporală trebuie suspectată de supraantrenament); tulburări cardiovasculare, evidențiate pe ECG, modificări EEG, EMG, de excitabilitate neuromusculară, de inducere a influxului nervos, a vitezei de reacție, în funcționarea analizatorilor, manifestări digestive, hepatice (pozitivarea testelor hepatice), neurovegetative etc.

Printr-o supraveghere medico-sportivă atentă, un asemenea tablou clinic a devenit azi o raritate, diagnosticul fiind pus în faza preclinică de solicitare, când mijloacele de refacere pot readuce lucrurile pe făgașul normal. Dacă totuși se ajunge la acest tablou morbid (boala în

toata manifestarea ei) atunci tratamentul este complex, parcurgând următoarele etape obligatorii: scoaterea din mediu și trimiterea într-o stațiune la altitudinea de 600-800m pe timp de 3-4 săptămâni, cu tratament igieno-dietetic (alcalinizant, ușor anabolizant, hidro-zaharat, bogat în crudități și lactate, vitamine, minerale), medicamentos (sedare corticală, stimulare funcțională și organică prin complexe de vitamine și oligoelemente, aminoacizi de tip aspartat de arginină, glicocol, antioxidante de tip seleniu, cisteina, vitaminele E, C, B15) și odihnă activă (pentru sedarea neuronilor stresăți și atragerea în activitate a unor noi neuroni de rezervă).

Un prim bilanț sportiv se va face la 4-5 săptămâni după o asemenea etapă, dacă factorii stresanți au dispărut, iar în cazul în care concluziile sunt favorabile se poate permite cu titlu experimental și sub supraveghere medicală, reluarea progresivă a efortului (pregătirea fizică) nespecific pe timp de 4 săptămâni; urmează un nou bilanț medico-sportiv și dacă rezultatele sunt în continuare bune, iar sportivul și colectivul doresc reintrarea în echipă se va permite reluarea efortului specific, de asemenea, asistat medico-sportiv și cu accent deosebit pe refacere, timp de 4-6 săptămâni; un ultim control medico-sportiv (expertiza) poate confirma recuperarea cazului și introducerea în antrenamente și competiții, fără limite, dar sub supraveghere medicală cel puțin un an (caz problemă).

Graba în reintroducerea în circuitul sportiv, motivată de considerente financiar-economice, poate avea efecte dezastruoase, ducând la recăderi, uneori fără posibilitatea de a mai reveni în elita sportului de performanță. Rezultă deci că, în condiții normale, un supraantrenament este recuperabil în 4-6 luni, sfera psihică (dar și psihoterapia complexă) având un rol de prim ordin în recuperarea după Knock-Down (cădere la podea, la box, de scurtă durată, 1-3s). KD reprezintă o pierdere trecătoare, instantanee, a cunoștinței, exprimată prin pierderea controlului central asupra poziției ortostatice, în urma unui

traumatism (lovituri cu pumnul, mănușa de box) într-o regiune reflexă (de regulă sinusul carotidian, plexul solar, hipocondrul drept-ficat, menton și mandibulă-bărbie); boxerul cade la podea ca secerat, dar se ridică (reflex) extrem de repede, ceea ce ar pleda în favoarea ideii că nu-și pierde cunoștința sau această pierdere este extrem de scurtă (1-3s). Arbitrul controlează starea boxerului, poziția de gardă, luciditatea, ordonând continuarea luptei dacă se consideră necesar acest lucru. Chiar și în aceste condiții protecția boxerului reclamă ca la juniori să fie acordat un interval de timp mai mare până la meciul următor și bineînțeles să fie efectuat a doua zi un examen neuropsihiatric minuțios (incluzând și o encefalogramă), iar la repetarea a 2-3 KD, chiar în cazul câștigării meciurilor să fie impusă o restricție competițională, ca și în cazul KO (o lună de zile).

KO (căderea la podea în urma unei lovituri primite în zonele reflexogene amintite sau a unei lovituri în zona scrotală – nepermisă de regulament, ca și lovitura în zona lombară, însoțită de pierderea cunoștinței peste 9s și întreruperea meciului) reprezintă o formă de șoc, cu pierderea cunoștinței și uneori însoțită imediat sau la distanță de complicații grave, uneori letale. Rolurile arbitrilor și medicului sunt decisive în protecția boxerilor care trec prin astfel de situații. Arbitrii pot evita, de regulă, apariția KO (dictând uneori abandon), iar medicii trebuie să instituie toate măsurile diagnostice și profilactico-terapeutice necesare.

Supraîncordarea reprezintă forma acută a oboselii patologice, constând în discordanța dintre solicitare și capacitatea de răspuns pe moment a organismului, cu alte cuvinte, organismul este depășit de efortul respectiv. A fost descris ca inimă forțată, clacaj cardiac, după sediul manifestării clinice, clacaj muscular, sau a fost confundată cu șocul de gravitație, care este în fapt o tulburare hemodinamică ce poate să apară la schimbarea bruscă de poziție. Această manifestare, din ce în ce mai rară astăzi la performeri, poate apărea mai ales la persoanele neantrenate, în convalescență după boli infecțioase sau contagioase, în cazuri de

dopaj, când inhibiția de protecție este afectată prin droguri. Simptomatologia este extrem de polimorfă, putând merge până la lipotimii cu pierderea cunoștinței și afectare senzorială, motorie etc. Dacă se depășește acest moment acut, de regulă prin intervenție medicală energetică, sportivul poate rămâne marcat câteva săptămâni motiv pentru care rămâne sub supraveghere și tratament medical, reinserția în sport făcându-se după un minuțios bilanț medico-sportiv (expertiză), iar sportivul devine un caz problemă.

Punctul mort - sau faza critică, nu reprezintă propriu-zis o formă de boală indusă de către sport, ci este o stare specială de disconfort fiziologic, epuizare, mergând până la abandon, care se întâlnește numai în sporturile ciclice. Astfel, într-o competiție de durată (de la zeci de minute la ore), la un moment dat sportivul care avea un anumit randament, o anumită curbă de efort, începe să respire cu dificultate (dispnee), rapid și superficial (tachipnee, până la 60 respirații pe minut), să aibă sete de aer (angoasă), senzații de sufocare, tahicardie (peste 200 bătăi/min), cu puls superficial, uneori aritmic, presiune arterială sistolică (peste 200mmHg) și diastolică crescute, facies vultos, congestionat, cianoza extremităților, dureri precordiale, picioare de plumb, dureroase, tulburări de percepție, atenție și chiar stare de obnubilare etc.

Dacă sportivul, printr-un efort volitiv de excepție, învinge aceste dificultăți, urmează o senzație de ușurare a respirației, reapare dorința de concurs și de victorie, membrele inferioare devin mai ușoare, frecvența respiratorie și cardiacă scad, mișcările respiratorii devin mai ample, iar senzația de anxietate și sufocare este înlocuită de o ușoară stare de euforie, care permite chiar accelerarea ritmului (înot, alergare, ciclism pe șosea etc.); apare de regulă o transpirație profundă, abundentă, acidă și așa zisa a doua transpirație, care marchează sfârșitul acestui episod neplăcut, dacă nu cumva epuizarea a fost atât de puternică (se pot adăuga adevărate crize hepatice, crize precordiale etc.) încât sportivul este silit să abandoneze, trebuind să fie tratat ca un pacient în stare de șoc.

La originea acestor tulburări specifice sportive stă dereglarea ce apare între cele două procese corticale de bază: excitație-inhibiție, cu tot cortegiul de manifestări nefavorabile pe plan cardiorespirator, metabolic, neuromuscular, ilustrate prin simptomatologia descrisă mai înainte.

Profilaxia acestei stări se realizează prin antrenamente raționale, care urmăresc să îndepărteze acest incident în afara cursei, sau prin adaptarea și stăpânirea cu ușurință a acestei simptomatologii de către sportivul bine antrenat. Este vorba deci de o manifestare fiziopatologică, ce perturbă homeostaza internă a organismului și se exprimă printr-o stare de disconfort fiziologic, cu scăderea randamentului, toate induse de stresul psihofizic reprezentat de efortul competițional.

Printr-un antrenament inteligent un performer poate realiza apariția acestei stări adversarului său, devenind astfel o armă tehnică prețioasă (ruperi de ritm pe parcurs datorită cărora adversarul, fără a fi pregătit pentru ele, poate intra în punct mort și chiar abandona).

Bazele generale ale refacerii post efort

Fiind o componentă a antrenamentului sportiv, refacerea după efort, se supune legității antrenamentului sportiv, care are două fațete: una ergotropă (antrenamentul propriu-zis) și cea trofotropă (refacerea, restabilirea după efort).

Refacerea după efort folosește mijloace trofotrope, dirijate în vederea reeditării stării homeostatice dinainte de efort și mai ales a depășirii acesteia. Mijloacele folosite sunt: antrenamentul sportiv, dieta de refacere, reechilibrarea hidroelectrolitică, mijloacele farmacologice, mijloacele psihice, odihna activă și pasivă, cura de altitudine joasă (600-800m) etc.

Refacerea dirijată completează, compensează, accelerează refacerea naturală a organismului (nu o poate substitui) care are loc într-o anumită succesiune: indicatorii vegetativi revin în minute; indicatorii metabolici revin în ore; indicatorii neurohormonali, enzimatici etc. revin în 1-3 zile.

Refacerea se adresează unor organisme sănătoase, afectate de efortul sportiv. Privind în mod pragmatic lucrurile trebuie avut în vedere o refacere după antrenament, după o zi de efort sportiv, după un ciclu săptămânal sau de etapă, după acele mijloace care pot acționa eficient și rapid asupra substratelor fiziologice stresate de efortul din antrenament și/sau concursuri.

Clasificarea mijloacelor de refacere și scheme de refacere

Mijloacele de refacere se pot clasifica :

1. După efectele exercitate:

- neuropsihice;
- neuromusculare;
- endocrinometabolice;
- cardiorespiratorii.

2. După apartenența mijloacelor de recuperare:

- balneofiziohidroterapie (hidroterapie caldă, saună, masaj-automasaj);
- oxigenare naturală-artificială, aeroionizare negativă natural-artificială, acupunctura, presopunctura, yoga etc.);
- psihoterapie (sugestia-autosugestia, training autogen, relaxare neuromusculară, medicație neurotropă-psihotropă);
- dietetice (alcalinizante, hidro-zaharata, bogata în vitamine și oligoelemente, norma calorică etc.);
- farmacologice (compensatorii, substitutive);
- odihnă activă – odihnă pasivă (somnul).

Mijloace care accelerează refacerea neuropsihică:

- psihoterapie (convorbiri, sugestia-autosugestia, trainingul autogen, tehnici de relaxare neuropsihice, yoga etc.);
- acupunctura, presopunctura;
- oxigenarea naturală și/sau artificială;
- aeroionizarea negativă naturală și/sau artificială;
- odihna activă și pasivă (somnul);
- hidroterapie caldă (duș, cadă, bazin cu plante sau sare, minerale);
- masaj (vibromasaj, hidromasaj, masaj subacvatic, manual);
- medicație (glucoză sau fructoză, P, Mg, Ca, vitaminele B, Lecitina, Glicocol, săruri de acid aspartic, săruri de acid glutamic, Piracetam, Piravitan, Vitaspol, hipnosedative etc.)

Mijloace care accelerează refacerea neuromusculară:

- hidroterapie caldă, saună, masaj;

- training autogen, yoga, acupunctură, baropresiune musculară;
- odihnă activă și pasivă;
- dieta (alcalină, hidrozaharată, bogată în vitamine și minerale);
- farmacologie (glucoza, glicocol, Na, K, Ca, P, Mg, vitamine B, C, ATP, miorelaxante, Folcisteină, Carnitină etc.)

Mijloace care accelerează refacerea endocrinometabolică:

- oxigenarea și aeroionizarea negativă;
- tehnici de relaxare neuromusculară;
- reechilibrarea hidroelectrolitică;
- psihoterapie;
- masaj, acupunctură, presopunctură;
- odihnă activă (eventual la 600-800m altitudine);
- medicație (Piracetam, Piravitan, Aspartat de Mg, vitamine și minerale);
- extracte de suprarenală, ATP, Fosfocreatină etc.).

Mijloace care accelerează refacerea cardiorespiratorie:

- ✓ oxigenarea naturală și/sau artificială;
- ✓ reechilibrarea hidroelectrolitică;
- ✓ odihna activă și pasivă;
- ✓ hidroterapie caldă;
- ✓ saună (15 min săptămânal), masaj (zilnic);
- ✓ training autogen, acupunctură, presopunctură, yoga;
- ✓ dieta (alcalină, bogată în glucide, vitamine, oligoelemente);
- ✓ farmacologice (ATP, Fosfocreatină, K, Na, Mg, Aspartat de arginină, Carnitină, Lisină, Glucoză, Vitamine B, C, E, Tirozină).

Mijloace de bază ale refacerii corelate cu natura efortului:

- a. Eforturi anaerobe (până la 2 minute):
 - Refacerea neuromusculară;
 - Refacerea neuropsihică;
 - Refacerea endocrinometabolică.
- b. Eforturi aerobe (peste 3 minute):
 - Refacerea metabolică;
 - Refacerea cardiorespiratorie;
 - Refacerea neuromusculară.
- c. Eforturi mixte (jocuri sportive):
 - Refacerea neuropsihică;
 - Refacerea cardiorespiratorie și metabolică;
 - Refacerea neuromusculară.
- d. Eforturi neuropsihice:
 - Refacerea neuropsihică;
 - Refacerea neuromusculară.

Scheme de refacere

În activitatea sportivă vorbim de aplicarea unor mijloace de refacere zilnică, dar și a antrenamentelor complexe de refacere, la finele ciclului săptămânal, când se aplică o gama mai largă de mijloace de refacere.

Deci *refacerea dirijată* se definește ca fiind acea parte componentă a antrenamentului care folosește dirijat unele mijloace naturale sau artificiale, fiziologice, provenite din mediul intern sau extern, în scopul reeditării homeostaziei de efort dinaintea efortului sportiv (antrenament sau competiție) și chiar depășirea acestui prag prin realizarea supracompensării.

Schema de refacere după efortul predominant anaerob (efort neuropsihic, neuromuscular):

1. Psihoterapie: 8-10min cu antrenorul, medicul, psihologul.
2. Duș cald: 15min la 38-42 grade sau cadă (cu sare, mușețel, tei, iodură de potasiu).
3. Saună: 8-10min (1min saună, 1 min bazin sau duș).
4. Masaj: 15min manual sau 10min instrumental (vibromasaj, hidromasaj, presomasaj). Se preferă masajul manual.
5. Antrenament psihosomatic sau alte tehnici de relaxare sub supravegherea specialistului.
6. Reechilibrarea hidroelectrolitică: 300ml suc de fructe sau apă minerală alcalină +1/2 lămâie, 25g glucoza sau miere; în lipsa se poate folosi iaurt, lapte bătut sau ceai cu 1/2 lămâie.
7. Oxigenare sau aeroionizare negativă: 10-15min după tehnici individuale sau colective.
8. medicație: polivitaminizant; polimineralizant

9. Alimentația: bogată în legume, fructe, lactate, normoproteică, hipolipidică, bogată în fibre și gelatine, organe.
10. Odihnă activă, odihnă pasivă.

Schema de refacere după efortul predominant aerob (efort cardiorespirator, metabolic, muscular):

1. Duș cald: la 38-42 grade, 10-15min sau cadă (bazin), cu sare, mușețel, tei, iodură de potasiu 1/1000.
2. Saună: 10min (1min în saună și 1min afară, în bazin sau la duș).
3. Masaj: 10min manual sau 6min instrumental (hidromasaj, vibromasaj).
4. Relaxare autogenă sub îndrumarea specialistului sau alte tehnici de relaxare.
5. Aeroionizare negativă și oxigenare: 10min.
6. Rehidratare: 300ml lapte, suc fructe, ceai bine îndulcit, cu lămâie, la care se poate adăuga 25g glucoză sau miere.
7. medicație: multivitamine, multiminerale.
8. Alimentația: hidro-zaharată, alcalină, bogată în crudități și lactate, hipolipidică, normoproteică.
9. Psihoterapie.
10. Odihna activă, odihnă pasivă (somm).

Schema de refacere după eforturile de tip mixt (aerob-anaerob și neuropsihic):

1. Psihoterapie.
2. Duș cald: la 38-42 grade, 10-15min sau cadă (bazin), cu sare, mușețel, tei, iodură de potasiu 1/1000.
3. Saună: 10min (1min în saună și 1min afară, în bazin sau la duș).

4. Masaj: 10min manual sau 6min instrumental (hidromasaj, vibromasaj).
5. Reechilibrarea hidroelectrolitică: 300ml ceai, suc de fructe sau lactate sau 300ml apă minerală alcalin + vitamina C 200-400mg + 100mg vitamina B1, 1-2g CLNA, 1g CLK și 1/2 lămâie sau sirop (15g glucoză).
6. medicație: multivitamine și multiminerale.
7. Alimentația: predominant alcalină, lactate, legume, fructe, hipolipidică, hidrozaharata, normoproteica cu proteine de valoare.
8. Odihnă activă și pasivă.
9. Tehnici de relaxare: la indicația medicului.

Schema de refacere după efort predominant neuropsihic:

1. Psihoterapie.
2. Tehnici de relaxare neuropsihică și neuromusculară.
3. Training autogen.
4. Duș cald sau cadă 10min (plante, sare, iodură de potasiu) și masaj 10min.
5. Aeroionizare negativă-oxigenare.
6. Odihnă activă (30-60min).
7. Medicatie: Nootropil (piracetam) sau Piravitan, 2 capsule; Eleutal, 4-5 tablete după efort; multivitamine.
8. Alimentație: conform cerințelor și consumului din efort (echilibrată, bogată în lichide, lactate, crudități, organe, pește).
9. Odihnă pasivă (somm).

5. Noțiuni de psihologie în sport

Psihologia activității sportive, ca ramură a științei psihologiei, studiază procesele intelectuale și educaționale ale omului angajat în activitatea fizică și sportivă, comportamentul acestuia, precum și modalitatea de manifestare motrică a sportivului.

Psihologia activității sportive se preocupă atât de factorii psihologici care influențează participarea și performanța în sport și exerciții fizice, cât și de consecințele psihologice derivate din acestea. Psihologii cercetează motivația, personalitatea, agresivitatea și violența, conducerea, dinamica echipei, motricitatea și forma psihică, procesele intelectuale și afective, alte dimensiuni ale participării în activitatea sportivă, menite să îmbunătățească execuția, să ridice calitatea sportului și a măiestriei antrenamentului.

Psihologia aplicată a sportului se concentrează asupra identificării și înțelegerii teoriilor psihologice și a tehnicilor ce pot fi aplicate în sport și în exerciții, în vederea îmbunătățirii performanței și a cultivării capacităților celor implicați în activitatea fizică. Scopul antrenamentului psihologic este să învețe să se creeze consecvent tensiunea mentală ideală care impulsionează acele calități fizice ce permit sportivilor să dea tot ce este mai bun.

O explicație biologică a personalității cu credibilitate în psihologia sportivă este teoria constituțională a lui Sheldon. Sheldon a dezvoltat un sistem foarte cunoscut pentru evaluarea forței tipului somatic. Tipurile somatice implică evaluarea fizicului unei persoane în funcție de cele trei dimensiuni: endomorfă (rotunjime), ectomorfă (liniaritate) și mezomorfă (masculinitate). Sheldon a apreciat că fiecare dimensiune este asociată cu un set distinct de caracteristici: endomorfia este caracterizată de afecțiune, sociabilitate și relaxare; ectomorfia este caracterizată de încordare, introversiune și o preponderență a tipurilor artistic și intelectual; mezomorful, cu o construcție tipic athletică, are

caracteristici de genul agresivității, dominanță și îndrăzneală, asumarea riscurilor.

Una dintre cele mai importante curente de abordare ale personalității este clasa teoriilor orientate clinic care include teoriile psihodinamice și teoriile organice. Aceste abordări sunt clase distincte de teorii dar amândouă realizează viziuni clinice primare care implică analiza interioară a unui individ. Cea mai notabilă abordare psihodinamică este teoria psihanalitică a lui Freud și a neofreudienilor. Teoria psihanalitică afirmă că rezoluția conflictelor în faza de început a vieții reprezintă aspectul fundamental pentru personalitatea adultului. În timp ce individul progresează de-a lungul treptelor de dezvoltare, Eu-l arbitrează între dezvoltarea primară inconștientă a identității și valorile, aptitudinile și conștiința Super-Eului. Teoriile organice, cum ar fi teoria actualizării Eu-lui proprie lui Maslow, sunt mai optimiste și mai umane decât abordările freudiene. Dincolo de concentrarea asupra instinctelor și a conflictelor timpurii, teoriile organice concep personalitatea ca fiind format de întregul câmp de forțe și afirmă schimbarea și creșterea ca reprezentând trăsături centrale. Față de teoriile psihanalitice, teoriile organice oferă puține predicții testabile despre relațiile în cazul comportamentelor sportive specifice. Chiar dacă psihologii care au studiat personalitatea sportivilor au adoptat idei psihodinamice sau organice, aceste abordări, orientate clinic, nu au jucat un rol semnificativ în studiul personalității sportive. Abordarea preferată azi este cea interacționistă care apreciază rolurile interrelaționale ale factorilor personalității și a celor situaționali ca fiind determinanți ai comportamentului. Caracteristici particulare ale personalității sunt considerate a fi relevante sub aspectul prezicerii comportamentului în anumite situații. Formula $R = f(P \leftrightarrow S)$, exprimă abordarea interacționistă: orice comportament, cum ar fi comportamentul agresiv într-un joc de hochei pe gheață, este în funcție de particularitățile personalității în relație cu factori externi: un anumit factor, cum ar fi

insulta unui adversar, poate provoca un răspuns agresiv la un jucător dar nu la altul într-o situație identică, după cum nici la același jucător într-o situație diferită. Studiarea trăsăturilor și a profilurilor sportivilor este una dintre cele mai importante arii abordate în cercetarea sportivă.

O serie de cercetări au fost analizate de Mortens care a clasificat problemele personalității sportive în trei categorii: conceptuale, metodologice și interpretative. Problemele conceptuale – au legătură cu teoria sau judecățile care fundamentează un studiu, cercetarea fiind concepută pentru a răspunde întrebărilor importante, pornind de la un cadru teoretic determinant. Cu alte cuvinte, mai întâi trebuie luat în considerație comportamentul sportiv și, pe baza teoriilor existente și a rezultatelor empirice, să determine variabilele personalității relevante pentru performanța sportivă.

Probleme metodologice – odată ce cercetătorul a identificat o problemă relevantă, testabilă, metodologia cercetării poate fi asigurată și designul și procedurile trebuie să asigure ca răspunsul cercetării să fie elaborat fără a se introduce variabile confundabile.

Probleme interpretative – chiar dacă un studiu este conceptual și metodic reușit cercetătorul trebuie să fie atent în interpretarea rezultatelor. Cea mai comună greșeală de interpretare este generalizarea pripită. Relațiile găsite la un grup de sportivi nu trebuie generalizate pentru toți participanții din alte activități sau programe.

Psihologia activității sportive este concepută ca o ramură aplicativă a psihologiei, care cercetează caracteristicile personalității sportivilor, fundamentele psihologice ale învățării motrice, ale pregătirii generale pentru concurs, asistența psihologică, orientarea și selecția sportivilor, psihologia grupurilor, psihologia diferiților sportivi, ca și psihologia și antrenamentul competiției.

Caracteristicile psihologice ale activității sportive

Psihologia aplicată a sportului se concentrează asupra identificării și înțelegerii teoriilor psihologice și a tehnicilor ce pot fi aplicate în sport și în exerciții, în vederea îmbunătățirii performanței și a cultivării capacităților celor implicați în activitatea fizică. Scopul antrenamentului psihologic este să învețe să se creeze consecvent tensiunea mentală ideală care impulsionează acele calități fizice ce permit sportivilor să dea tot ce este mai bun.

Psihologia activității sportive o concepem ca o ramură aplicativă a psihologiei, care cercetează caracteristicile personalității sportivilor, fundamentele psihologice ale învățării motrice, ale pregătirii generale pentru concurs, asistența psihologică, orientarea și selecția sportivilor, psihologia grupurilor, psihologia diferiților sportivi, ca și psihologia și antrenamentul competiției.

În raport cu alte activități specific umane, activitatea sportivă are o serie de particularități:

- presupune întrecerea, lupta sportivă ca mijloc de verificare a gradului de pregătire atins de sportiv și, totodată, ca stimul permanent în activitatea de antrenament, de formare și educare a aptitudinilor fizice și psihice necesare obținerii rezultatelor superioare;
- are la bază antrenamentul ca principal mijloc al pregătirii tehnice, tactice, fizice și psihice a sportivului;
- în activitatea sportivă se manifestă puternic tendința tinerilor de a obține o pregătire superioară în ramura de sport pe care și-a ales-o; pe această bază evoluează întregul sistem de pregătire tehnică și tactică, de dezvoltare a capacității de a depune eforturi din ce în ce mai mari, de dezvoltare în cel mai înalt grad a aptitudinilor motrice și a pregătirii fizice;

- această activitate pretinde o însușire bună a tehnicii execuției diferitelor exerciții, perfecționarea deprinderilor motrice în legătură cu tehnica și tactica ramurii de sport. împreună cu tehnica se dezvoltă calitățile motrice și psihice ce au rol determinant în obținerea performanțelor înalte;
- activitatea sportivă se realizează prin manifestarea preponderent motrică a acțiunilor.

Psihomotricitatea este definită de Lafon R. drept rezultatul integrării educației și maturizării sinergiei și conjugării funcțiilor motrice și psihice, nu numai în ceea ce privește mișcările, dar și în ceea ce le determină și le însoțește (voință, afectivitate, nevoi, impulsuri). Psihomotricitatea apare, astfel, atât ca aptitudine, cât și ca funcție complexă de reglare a comportamentului individual; ea include participarea diferitelor procese și funcții psihice care asigură atât recepția informațiilor, cât și execuția adecvată a răspunsului.

În psihologie, specialiștii folosesc cu precădere două concepte: cel de aptitudine și cel de capacitate. Sensul atribuit fiecăruia variază după autori. Unii le consideră echivalente, alții stabilesc între ele o distincție. Cuvântul acesta, deseori folosit greșit cu sensul de capacitate, desemnează substratul constitutiv al unei capacități, preexistența acesteia, care va depinde de dezvoltarea naturală a aptitudinii, de formația educațională, eventual de exercițiu; doar capacitatea poate fi obiectul unei evaluări directe, aptitudinea constituind în fapt o virtualitate. Termenul englez de „ability” include, fără nicio distincție, noțiunile de aptitudine și capacitate. Capacitatea denumită în engleză ca ability, în germană ca Fähigkeit, Leistung este concepută, potrivit Vocabularului lui H. Pieron, putința de a obține o reușită în executarea unei sarcini sau în executarea unei profesii. Ea poate constitui obiectivul unei evaluări directe, sub rezerva de a-l pune la încercare pe cel a cărui capacitate vrem să o cunoaștem; ea este condiționată de o aptitudine pe care o relevă indirect, dar depinde de condiții prealabile între care gradul de maturare – sau, în

sens invers, de involuție – al formației educative sau al învățării și exercițiului. Capacitatea motrică este o reacție complexă la stimulii ambianței cuprinzând, într-o unitate caracteristică, mai multe elemente: aptitudinile psihomotrice ca înzestrare naturală psihofizică și aptitudinile motrico atletice, influențate, structurate divers și potențate, la niveluri diferite de maturizarea firească a funcțiilor, de exersare și de factori interni motivaționali.

Comportamentul individului angajat în activități corporale este de tip motric, în multe direcții măiestria exprimându-se în capacitatea sporită de stăpânire a actelor motrice, de conducere cu viteză și precizie a propriului corp; dar performanța sportivă depinde și de măiestria de a rezolva problemele și situațiile pe care le reclamă un comportament agonistic, de luptă cu adversari opozitivi, ei înșiși creativi în dorința de a-și asigura succesul.

Conținutul motricității

Componentele psihomotricității sunt următoarele:

- schema corporală: imaginea pe care o are fiecare individ despre propriul corp: imagine totală și segmentară, în stare statică și dinamică, în raportul părților corpului între ele și în raportul corpului cu spațiul și obiectele;
- coordonarea dinamică a corpului în întregul său și a segmentelor acestuia;
- lateralitatea este legată de funcția dominantă a unei emisfere cerebrale;
- fenomenul de asimetrie senzorială și motrică este înăscut; se bazează pe o anumită org. funcțională a struct. cerebrale;
- coordonarea statică, echilibrarea;
- coordonarea perceptiv-motrică: percepția spațiului, a ritmului și a mișcărilor proprii;

- rapiditatea mișcărilor: viteza de reacție, de execuție, de repetiție;
- ideomotricitatea: sinteza dinamică a schemei corporale și a coordonărilor perceptiv-motrice cu sarcina motrică.

Conceptul de psihomotricitate nu este prea clar definit și poate fi interpretat în diferite sensuri. După Jean-Paul Coste, este vorba de o disciplină aflată la răscrucea mai multor științe și de o terapie sau este vorba de o teză: la copil, înainte de aparatul vorbirii, mișcarea constituie unicul mijloc de expresie și primul instrument al psihismului.

Un concept central este și cel al schemei corporale, reprezentare pe care fiecare și-o făurește despre corpul său, fondată pe multiple date senzoriale care îi permit să se regăsească în spațiu. Această facultate este, evident, importantă în domeniul capacităților psihice.

O altă accepție constă în a distinge, pe de o parte motricitatea sportivă, pe de alta psihomotricitatea. Câmpul celei dintâi include capacitățile clasice privind forța, rezistența etc., câmpul celei de-a doua, capacitățile perceptivo-motrice, timpul de reacție la un stimul simplu, adaptarea gestului motric la traiectoria unui obiect etc.

Reacțiile rapide în sport nu depind atât de mult de reflexe ca răspunsuri involuntare la stimuli înăscute cât, mai ales, de reacțiile și mișcărilor rapide care reprezintă răspunsuri învățate, voluntare la stimuli. Timpul necesar pentru ca sportivul să răspundă depinde de combinația dintre timpul de reacție și timpul de execuție; acestea, luate împreună, generează timpul de furnizare a răspunsului.

Timpul de reacție este intervalul cuprins între momentul în care mingea (care se apropie în zbor) acționează ca stimul pentru începerea loviturii de dreapta și momentul când jucătorul inițiază lovitura. Intervalul de timp cuprins între începutul loviturii de dreapta și încheierea sa (când racheta realizează contactul cu mingea) reprezintă timpul de execuție. Intervalul de timp cuprins între apariția stimulului care

determină inițierea loviturii de dreapta și momentul în care racheta realizează contactul cu mingea reprezintă timpul de răspuns. Cu alte cuvinte, timpul de reacție împreună cu timpul de execuție realizează timpul de răspuns.

Relația dintre viteza și precizia mișcării este evidentă în majoritatea situațiilor din sport, determinând adesea greșeli de execuție. Un jucător de baschet se grăbește să execute aruncarea la coș, aruncă prea repede iar mingea ratează coșul; un jucător de tenis execută o ripostă la serviciu dar mingea aterizează în afara terenului; un gimnast se mișcă atât de repede încât nu va atinge înălțimea respectivă pentru a putea executa un salt dublu. În fiecare din aceste situații, sportivul nu a reușit să stabilească o corelație între viteza de mișcare și precizia mișcării. Realizarea unui echilibru corect între viteză și precizie în executarea deprinderilor sportive reprezintă adevărata performanță pentru sportivi.

Cât timp este necesar pentru ca un pumn să se deplaseze pentru a lovi un adversar? Unui boxer rapid îi sunt necesare aproximativ 40 milisecunde. În astfel de cazuri este imposibil să se reacționeze suficient de rapid pentru a evita lovitură. Răspunsul îl găsim în capacitatea de anticipare. Muhamad Ali avea capacitatea de a anticipa atât tipul de lovitură cât și locul unde urma să își plaseze adversarul această lovitură; el începea să se retragă mult înainte ca pumnul adversarului să pornească spre el. Dacă un sportiv poate anticipa mișcarea, acesta își va putea pregăti răspunsul înainte de apariția stimulului și va evita întârzierile în timpul de reacție.

Realizarea schimbului în ștafetă la înot exemplifică, de asemenea, importanța anticipației. Regulile din înot stabilesc că unui înotător nu îi este permis să părăsească marginea bazinului până când înotătorul următor din interiorul bazinului nu a atins marginea; regulile, însă, nu îl implică pe înotătorul care așteaptă să se miște înainte ca înotătorul următor să atingă marginea. Se va realiza un schimb mai rapid dacă înotătorii își încep mișcarea în timp ce se apropie înotătorul următor.

Anticiparea atingerii înotătorului următor este o cheie în obținerea unor timpi mai rapizi de executare a schimbului.

Dar performanța sportivă depinde și de măiestria de a rezolva problemele și situațiile pe care le reclamă un comportament agonistic, de luptă cu adversari opozitivi, ei înșiși creativi în dorința de a-și asigura succesul.

Bazele psihologice ale învățării motrice

Dezvoltarea psihică a omului înregistrează aspecte particulare îndeosebi în funcție de educația care determină formarea unei baze de cunoștințe și deprinderi, dezvoltă capacitățile gnozice ale copilului ce se manifestă în comportament și în nivelul de conștiință. Aceste fenomene care reprezintă acumulări ale individului în cursul existenței sale au accepțiunea generală de învățare privită ca:

- învățarea ca acumulare de experiență – în cadrul influenței permanente și complexe a condițiilor de mediu există și influențe diferențiale și permanente, în cadrul cărora individul își dobândește o experiență proprie care se consolidează și condensează în termenii constitutivi ai caracterului și personalității sale;
- învățarea ca proces de adaptare – în cazul acestei accepțiuni procesul de învățare se exprimă prin mecanismul fiziologic cel mai schematic posibil al reflexului condiționat. Orice act reflex condiționat este un act de învățare, de însușire a unei experiențe adaptative noi, de îmbogățire a conduitei și de diferențiere a ei. Însușirea largă și latentă a experienței de viață are la bază organizarea de sisteme de legături temporare. Datorită dezvoltării celui de-al doilea sistem de semnalizare, posibilitatea individului de a se adapta la condițiile externe crește foarte mult și raportul între experiența directă achiziționată prin intermediul primului sistem de semnalizare și cea indirectă, prin intermediul celui de-al doilea sistem de semnalizare, se dobândește și se restructurează;
- învățarea ca instrucție – educație are rolul de a contribui la constituirea unui sistem de noțiuni, la dezvoltarea capacităților intelectuale, la dezvoltarea calităților și funcțiilor sale creatoare și la formarea unei personalități multilaterale.

Rezultatele finale ale învățării-cunoștințele, priceperile și deprinderile – constituie, în esență, îmbinarea elementelor teoretice având la bază reprezentări, noțiuni, idei, concepții cu cele practice care au la bază înțelegerea principiilor de acțiune și a corespondenței între sarcină și acțiunile fizice.

Învățarea în activitatea sportivă are ca particularitate distinctă faptul că:

- nu se reduce la formarea deprinderilor motrice ci cuprinde și aspecte privitoare la dobândirea cunoștințelor și formarea priceperilor caracteristice, precum și conștientizarea puternică a mișcărilor corpului;
- dobândirea de priceperi și deprinderi motrice nu este un proces îngust, de dresaj; ea se realizează sub permanenta conducere a celui care-i transmite sportivului o bogată experiență, acumulată în timp;
- formarea priceperilor și deprinderilor reprezintă un proces unic în care elementele se influențează și se întrepătrund reciproc;
- cunoștințele primite trebuie să reflecte cunoașterea mecanismelor formării și perfecționării deprinderilor motrice, a căilor pentru ridicarea capacității de efort a organismului și a dezvoltării calităților motrice;
- acumularea noțiunilor se încheie cu concretizarea acestora, cu raportarea la execuția proprie în funcție de particularitățile dezvoltării fizice, vârstă, sex, pregătire anterioară;
- educarea calităților personalității reflectă unitatea procesului instruirii și educării, unitatea dintre cunoștințe, priceperi, deprinderi. Învățarea în domeniul educației fizice și sportului este un proces complex care unifică, într-o sinteză specifică, învățarea motrică și învățarea inteligentă.

Perfecționarea mișcărilor, transformarea lor în deprinderi prin automatizare, este doar un mijloc de optimizare a performanței prin detașarea, eliberarea subiectului de grija conducerii atente a aparatului locomotor și a aparatelor sau instrumentelor, pentru a da curs strategiilor operaționale de rezolvare a situațiilor din concurs.

Rezultă că învățarea din domeniul activităților corporale cuprinde, pe lângă învățarea gestuală, motrică, realizată la nivel de priceperi, deprinderi sau obișnuințe motrice, forme de învățare inteligentă constând din însușirea noțiunilor, conceptelor și din învățarea creatoare. Este, așadar, o învățare complexă, în care modificările comportamentului preponderent motor se realizează prin acordarea schemelor motrice cu cele intelectuale, individul utilizând cunoștințele, deprinderile, aptitudinile în deplin acord cu cerințe conștientizate ale situației în care se află.

Procesul condiționării, explicat prin schema clasică a reflexelor condiționate, de tip organic, formare a unor reacții prin asociere cu diferiți stimuli ca reacții dobândite în cursul vieții, o însemnătate deosebită având reacțiile de preparație anticipativă (reflexul condiționat instrumental sau operant).

Învățarea perceptivă – modificările sistematice ale reacțiilor perceptive constau din schimbări structurale la nivelul receptorilor, ca reducerea pragului sensibilității, perceperea detaliilor sau aspectelor ansamblului, recunoașterea sau identificarea structurilor în condiții de percepere dificile, reducerea iluziilor perceptive.

Învățarea senzorio-motrică (denumită și perceptiv-motrică) – presupune modificări ale comportamentului ca ajustare sau adaptarea unei forme de răspuns preformat la condițiile perceptive noi care implică, fie formarea de noi coordonări senzori-motrice fie creșterea preciziei sau fineței coordonării răspunsului preexistent. Învățarea motrică se caracterizează prin aceea că reacțiile de răspuns sunt legate de

componentele senzoriale de origine kinestezică sau proprioceptivă în activitățile sportive ca: înotul, patinajul, gimnastica.

Învățarea verbală – constă în învățarea semnificației cuvintelor și a utilizării acestora în comunicarea cu semenii. În activitatea sportivă limbajul își exercită funcțiile specifice cu anumite particularizări distincte.

Învățarea inteligentă – presupune descoperirea unui concept sau principiu a unei structuri sau forme, mai mult sau mai puțin generală și abstractă, în condiții de prezentare variată și deosebită; este denumită și învățare prin descoperire, la baza ei stând calitățile gândirii creatoare: originalitatea, independența, divergența ș.a.

La începutul secolului XX, studiile lui Ivan Pavlov au stimulat interesul întregii lumii științifice pentru studierea învățării asociative. Pavlov, fiziolog rus, a câștigat un premiu Nobel, în 1904, pentru studiile sale asupra elaborării reflexului condiționat salivar la animale.

Învățarea observațională este conceptul central al teoriei învățării sociale a lui Albert Bandura, care se referă la comportamentul social pe care îl aprecia ca fiind învățat, în principal, prin observație și procesarea mentală a informației. Bandura a identificat patru factori care condiționează învățarea:

- să fim atenți la acțiunile modelului;
- să ne amintim acțiunile modelului;
- să avem capacitatea de a produce acțiunile;
- să fim motivați să performăm acțiunile.

Cerințe psihologice ale antrenamentului față de sportiv – formarea deprinderilor motrice

Un antrenament eficient depinde de o multitudine de factori. Antrenorii trebuie să dețină cunoștințe profunde în legătură cu sportul lor, și să fie strategii inovatori, buni mobilizatori și consilieri competenți pentru sportivi. Totuși, în centrul unui antrenament de succes se află înțelegerea procesului formării deprinderilor motrice. Sportivii intră în arena sportivă cu abilități și experiențe anterioare diferite. Antrenorul trebuie să perceapă modul în care un sportiv începător dobândește atributele unei noi deprinderi cât și nivelul la care un sportiv cu experiență își menține performanțele deprinse. Această cunoaștere va permite antrenorului să-și structureze exerciții eficiente și să genereze reacții de răspuns la erorile comportamentului motric, să înțeleagă dacă sau nu comportamentele lor și procesul de învățare și apreciere măresc potențialul de dezvoltare a sportivilor.

Formarea deprinderilor motrice reprezintă un ansamblu de procese interne asociat cu exersarea ce conduce, în mod relativ, la schimbări durabile în comportamentul motric. Deoarece deprinderile motrice presupun procese interne care au loc în sistemul nervos central al sportivului ele nu pot fi studiate decât monitorizând performanța sportivului, ceea ce ne permite să formulăm concluzii asupra desfășurării procesului învățării. Fitts și Posner au descris trei faze ale procesului de formare a deprinderilor motrice: cognitivă, asociativă și automatizată.

Faza cognitivă – în această fază de început a formării deprinderilor, cei care învață își concentrează atenția asupra modalităților în care performanța ar putea fi atinsă. Antrenorul explică sau descrie deprinderea furnizând informații prin utilizarea de demonstrații, filme, grafice sau alte mijloace vizuale pentru a-i ajuta pe cei care învață să-și formeze o reprezentare clară în legătură cu noua deprindere. În timpul acestei etape cei care învață folosesc procesele mentale pentru a înțelege cum urmează a fi realizată fiecare sarcină.

Etapa cognitivă este caracterizată printr-o activitate de transpunere în plan verbal a execuției. Acest proces este caracterizat prin orientarea conștientizată a atenției asupra detaliilor mișcărilor proprii și, în același timp, asupra altor aspecte ale circumstanțelor externe (pozițiile coechipierilor sau mișcărilor apărătorilor). Sistemul senzorial dominant, în faza cognitivă, este cel vizual, care permite controlul membrelor care exersează deprinderea nouă.

Faza cognitivă este o perioadă relativ scurtă în procesul complex al învățării. Poate dura numai câteva minute, cum ar fi predarea unei deprinderi simple unor sportivi exersați sau poate implica o perioadă mai lungă de timp dacă deprinderea este complexă, iar sportivii sunt începători. Faza cognitivă este completă când sportivii pot executa, în mod acceptabil, elementul tehnic în modul în care a fost demonstrat. În faza automatizării, programul motric pentru generarea mișcărilor corecte este foarte bine dezvoltat și bine fixat în memorie, sportivii concentrându-se pe alte aspecte în afară de tehnică. În timpul unui astfel de meci el ia în considerare poziția și mișcărilor adversarilor în egală măsură cu cele ale coechipierilor; el apreciază săritura, o pasă spre dreapta sau spre stânga, o fentă într-o singură direcție, poate opta pentru încetinirea și scoaterea mingii din teren pentru a începe o nouă lansare. Instrucțiunile din timpul fazei avansate a învățării servesc pentru a-i sprijini pe sportivi să-și mențină propriul nivel și pentru a-i motiva să-și continue dorința de îmbunătățire.

Majoritatea specialiștilor sunt de acord că singurul și cel mai important factor în dobândirea capacităților este exersarea repetată a unei deprinderi, astfel încât sportivul să poată deveni eficient. În general, cu cât numărul repetărilor este mai mare, cu atât învățarea este mai temeinică; cu toate acestea, practica în sine nu este suficientă pentru a le permite sportivilor să se afirme în mod cert. Vechiul adagiu că practica te face perfect nu este în mod necesar adevărat; sportivii trebuie să participe în antrenament cu intenția de a se perfecționa; acest lucru înseamnă că formarea deprinderilor implică mai mult decât niște exerciții fizice.

În majoritatea sporturilor, cei angajați în activitatea motrică sunt determinați să-și formeze o diversitate de deprinderi. Luând în considerare complexitatea deprinderilor și timpul disponibil limitat exersării, antrenorii sunt nevoiți să formeze mai mult decât o singură deprindere într-un singur antrenament, cum ar fi: realizarea unei sărituri sau oprirea unei mingii în teren. Această sarcină implică, în mod evident, perceperea unui stimul (mingea din teren, mișcarea corpului în fața mingii) și aplicarea unui element tehnic (pentru a opri mingea și realiza aruncarea corectă). Antrenorul poate concepe ca cel mai bun mijloc de a învăța această sarcină ca fiind practicarea în condiții constante: îi va da ca sarcină sportivului să execute 100 de lovituri, dar fiecare minge va fi aruncată cu o viteză constantă, ajungând în același loc pe teren și executând exact aceeași săritură și aceeași rostogolire caracteristică. Antrenorul consideră că acest tip de practică îi va permite să stăpânească bazele aruncării pe teren și să empatizeze cu jucătorul.

Un alt antrenor adoptă o cale de învățare prin practica variabilă: el va oferi, de asemenea, ca sarcină executarea a 100 de lovituri de mingii care vin din diferite locuri ale terenului, jucătorul urmând să se miște atât în stânga cât și în dreapta și realizând diferite sărituri și rostogoliri necesare. Acest tip de exercițiu este cu mult mai realist, apropiindu-se de condițiile specifice de joc.

Metodele de exersare, totală sau parțială, ar trebui să fie gândite ca poli extremi ai unui continuu. Metoda totală pretinde sportivilor să practice activitatea sau deprinderea în integritatea ei ca o unitate; Metoda parțială cere sportivilor să practice fiecare componentă a activității sau deprinderii separat și apoi să combine părțile însușite într-o totalitate. Între aceste două extreme există variație, cunoscută sub denumirea de metoda parțial-progresivă, în care primele două părți ale deprinderii sunt practicate separat și apoi reunite și practicate ca o unitate; cea de a treia parte este imediat practică și apoi reunită cu primele două și așa mai departe, până când deprinderea este complet însușită.

Motivația activității sportive

Motivele activității umane sunt forțele interioare care stimulează activitatea declanșând-o, susținând-o și direcționând-o; ele reprezintă reflectarea subiectivă a trebuințelor și a condițiilor de viață și de muncă și dau individului energie în efortul de realizare a scopului.

Trebuințele constituie sursa primară a acțiunii, generate de dezechilibrul care apare în relația dintre organism și mediu.

A. Maslow realizează o spirală (piramidă) a trebuințelor diferențiindu-le, valoric pe șapte trepte.

Impulsurile reprezintă manifestarea unei excitabilități sporite a centrilor nervoși față de anumiți stimuli.

Motivele pentru care tinerii practică numeroasele ramuri sportive sunt diferite dar majoritatea sunt legate de faptul că practicarea sportului *oferă satisfacțiile cele mai puternice și mai diverse*. P. A. Rudik a sistematizat varietatea motivelor activității sportive în *motive directe și mijlocite*.

Motivele directe sunt:

- *sentimentul specific trăit de sportiv* și care constă în satisfacția produsă de *activitatea musculară* depusă în timpul exercițiilor fizice care produc efecte dinamogene, măresc excitabilitatea scoarței cerebrale și, prin acesta, influențează asupra tuturor proceselor vitale, producând stări afective pozitive;
- *satisfacția estetică* generată de frumusețea și îndemânarea în execuția diferitelor mișcări; această satisfacție apare, mai ales, în ramurile de sport ce se caracterizează prin armonia mișcărilor (înot, patinaj, gimnastică, tenis, schi);
- *tendința de a se manifesta curajos și hotărât* în timpul exercițiilor dificile și periculoase; pe baza acestui motiv, tinerii își aleg ramuri sportive dificile (box, parașutism, alpinism);

- *elementele de concurs*: întrecerea este un stimulent pentru activitate, uneori urmărindu-se, în special, participarea, indiferent de rezultatul obținut;
- *tendința de a obține recorduri sau performanțe de valoare*.

Motive mijlocite sunt:

- *tendința de a deveni puternic, tare, sănătos prin practicarea sporturilor*;
- apare la cei mai mulți tineri impresionați fiind de calitățile unor sportivi renumiți;
- *tendința de a se pregăti pentru activitatea profesională* prin sport; tinerii își dau seama că rezultatele bune obținute în muncă (aviatori, actori, ingineri) depind de nivelul pregătirii fizice, de indicii de sănătate, de abilitățile motrice dobândite prin exerciții fizice sistematice;
- *sentimentul datoriei, necesitatea de a respecta norme impuse de participarea la activitate*;
- *înțelegerea importanței sociale a activității sportive*.

Motivele activității sportive sunt deosebit de variate, ele însumându-se uneori la una și aceeași persoană care are astfel, o motivație mai bogată pentru activitatea sportivă. O altă caracteristică este aceea că motivele *sunt dinamice*, se transformă, se schimbă, în felul acesta aceeași activitate capătă în decursul timpului motivări foarte diferite.

Competența este o formă specific-sportivă a motivației realizării și în general, psihologii sportivi sunt de acord cu faptul că această competență se dezvoltă din motivația realizării. Examinând factorii care influențează comportamentul realizării putem înțelege competența.

Motivația de realizare are o bogată tradiție de cercetare care ne furnizează interpretări psihologice aplicabile activității sportive. Competiția este cea mai răspândită situație de realizare în sport, realizarea

apărând și în situațiile noncompetitive când indivizii își compară performanțele cu standarde personale.

Astfel, aproape toate activitățile sportive implică o formă de comportament al realizării. Teoria lui Atkinson (1974) este un model de interacțiune care menționează rolul personalității și a factorilor situaționali ca determinanți ai comportamentului realizării.

Murray a fost primul care a discutat despre motivația realizării ca un factor al personalității și a definit nevoia de a stăpâni, manipula sau organiza obiecte, ființe sau idei, a realiza aceasta rapid și independent, a învinge obstacolele și a atinge un standard înalt, a se depăși pe sine, a concura și a-i întrece pe ceilalți, a crește încrederea de sine. Murray a realizat și *Thematic Apperception Test* (TAT) pentru a măsura nevoia individului de realizare, TAT fiind cea mai răspândită probă a motivației realizării ca un test proiectiv.

Atkinson a extins lucrarea lui Murray și a descris motivația realizării ca o construcție a personalității. Potrivit afirmației lui Atkinson, motivația realizării combină două constructe ale personalității: motivul pentru a apropia succesul (Ms) și motivul pentru a evita eșecul (Maf). Primul reprezintă *capacitatea de a experimenta mândria sau satisfacția într-o realizare*, cel de al doilea reprezintă *capacitatea de a experimenta jena sau umilința ca o consecință a eșecului*.

Chiar dacă dorim succesul și încercăm să evităm eșecul, nu toți indivizii au aceste două motive la același nivel. În teoria lui Atkinson factorul semnificativ al personalității este reprezentată prin diferența dintre cele două motive (Ms-Maf). Persoanele care au un Ms înalt sunt în căutare de situații care favorizează realizarea și se străduiesc să obțină succes fără prea multă preocupare privind eșecul. Indivizii care au un Ms scăzut și un Maf înalt sunt îngrijorați în caz de eșec; chiar dacă succesul ar fi plăcut, preferă să evite posibilitatea eșecului, iar neliniștea lor este asociată cu situații de realizare. Indivizii care au nivele egale de Ms și Maf, indiferent dacă ambele sunt înalte sau scăzute, se află la granița

dintre cele două categorii. Când nici unul dintre motive nu domină, anticipările, potrivit teoriei lui Atkinson, nu sunt foarte clare.

Teoria lui Atkinson nu face aprecieri numai pe baza motivelor dar combină factorii personalității cu cei situaționali. Factorul situațional principal, în teoria lui Atkinson, îl reprezintă sarcina și dificultățile sau, mai specific, *probabilitatea de succes* a individului (P_s). P_s variază de la 0 (nicio șansă) la 100 (succes asigurat). De exemplu, în cazul unui jucător de tenis mediu, P_s -ul într-un meci cu un campion poate fi și 1 la 10 sau 10; P_s -ul într-un meci cu un începător poate fi de 9 la 10 sau 90; într-un meci cu partener cu o capacitate egală, P_s -ul acestuia ar fi 50.

Un al doilea factor situațional din teoria lui Atkinson îl reprezintă *stimulentul valorii de succes* (I_s). Ca și P_s , I_s este o caracteristică a sarcinii de realizat. De fapt I_s este relatat direct la P_s ca $I_s = 1 - P_s$. Această relație sugerează că, cu cât sunt mai scăzute șansele de succes, cu atât este mai mare stimulul valorii de succes. De exemplu, dacă un jucător de tenis este mediocru, are puține șanse de a câștiga un meci împotriva unui jucător de renume, P_s fiind 10. Deși are puține șanse de succes, dacă ar câștiga un meci ar fi entuziasmat; stimulentele valorii ar fi înalte ($P_s=90$), dar stimulentele valorii scăzute ($I_s=10$) și nu ar fi foarte entuziasmat de perspectivele succesului. Cu cât diferența dintre cele două motive este mai mare cu atât este mai puternică tendința de apropiere a succesului sau evitare a eșecului. Individul cu un potențial înalt are o tendință de a apropia situațiile de realizare iar cel cu un potențial mai scăzut are o tendință de a evita acele situații. Diferența dintre individul cu un potențial înalt sau scăzut este cea mai mare în situațiile cele mai provocatoare sau incerte ($P_s=50$) pentru că acele situații arată tendințele cele mai puternic behavioriste.

Formulele evocate de teoria lui Atkinson proiectează trei categorii generale de comportament al realizării: *posibilitate* (alegere), *intensitate* și *persistență*.

Alegerea se referă la decizia individului pentru a apropia sau evita situația de realizare. Potrivit celor afirmate de Atkinson, tendința de

realizare care rezultă determină alegerea. Când tendința de realizare (Tr) este pozitivă, individul tinde să apropie situația; când Ta este negativă, (Ts este mai mică decât Taf), individul tinde să evite situația. Cei care au un potențial mare și care au un Ms mai mare decât Maf au un Ta pozitiv și se apropie de situațiile de realizare, cei cu un potențial scăzut tind să evite acele situații. În teoria lui Atkinson, cel cu un *potențial* mare tinde să apropie competența și alte situații de realizare și este atras, în mod special, de cele mai provocatoare situații, când $P5=50$. Aceste situații includ competiția cu adversari de același nivel sau obiective care îl provoacă dar sunt de neatins. Cei cu un potențial scăzut au tendința de a evita situațiile de realizare dar sunt, în special, împotriva situațiilor provocatoare în care $Ps=50$.

Atkinson recunoaște că cei cu un potențial scăzut pot interveni în situațiile de realizare datorită presiunilor exterioare. El sugerează că în interiorul acestor situații cei cu un potențial scăzut încearcă să evite situațiile cele mai intense ($Ps=50$); cei care dețin un potențial scăzut aleg sarcini și situații cu mai multe șanse de succes sau eșec ($Ps=90$ sau $Ps=10$). O situație de alegere forțată ($P8=50$) în care cei cu potențial înalt preferă situațiile provocatoare și cei cu un potențial scăzut tind să aleagă situații extreme ($Ps=10$ sau 90) este cea mai neașteptată tendință behavioristă, după teoria lui Atkinson.

Pentru comportamentul sportiv, în situațiile de alegere liberă cei cu potențial înalt preferă să intervină în situațiile de realizare, iar ceilalți aleg evitarea lor. în situațiile de alegere forțată în care indivizii trebuie să aleagă ceva, cei din prima categorie sunt atrași de situațiile cele mai incerte, provocatoare ($Ps=50$), iar ceilalți găsesc situațiile ca prezentând probabilitatea cea mai mare de succes ($Ps= 10$ sau 90).

Datorită intensității sau efortului din situațiile de realizare, tendința de realizare care rezultă (Ta) determină un nou comportament: cu cât este mai mare tendința rezultată ($Ts-Taf$), cu atât este mai mare intensitatea și efortul și, prin urmare, cu atât va fi mai mare performanța. Tendința de a evita (Taf) este o tendință negativă sau inhibată care

blochează efortul intens și performanța. Cu cât este mai mare (Taf), cu atât devine mai neliniștit individul. Cei cu potențialul înalt tind să depună un efort intens în situațiile de realizare, în timp ce acei cu potențialul scăzut sunt inhibați. Diferența dintre aceștia este mai pronunțată în situațiile cele mai provocatoare ($PS=50$) în care cei cu potențialul înalt au cea mai puternică tendință de a depune un efort intens și ceilalți sunt anxioși și inhibați. Viziunea behavioristă în legătură cu *persistența* sarcinilor de realizare este exprimată în termenii cei mai simpli: cei cu potențialul înalt tind să persiste atât timp cât au șansa de succes, în special în încercări cu o sarcină ușoară ($P5=70$) deoarece eșecul le aduce probabilitatea succesului mai aproape de 50 și fac sarcina mai provocatoare; cei cu potențialul scăzut nu persistă evitând sarcinile de realizare, nu le place să continue să încerce când sarcina este provocatoare ($Ps=50$).

Componentele și caracteristicile psihice ale formei sportive

Forma sportivă este rezultatul unui complex de elemente, indici subiectivi pe care antrenorii îi consideră caracteristici ai formei: dispoziția de lucru, dorința de întrecere, automatism superior al unor deprinderi, capacitatea de adaptare rapidă la sarcini și situații diverse.

În conceptul de formă sportivă putem deosebi două componente psihologice:

1. *Componenta stărilor psihice cu stabilitate, constanță* care este bine ancorată în trăsăturile personalității sportivului, rezultat al unei pregătiri psihologice generale și de ramură. Această componentă caracterizează, de regulă, sportivii talentați și cu atitudine corectă față de muncă, sârguincioși la antrenamente, dornici de întrecere capabili de efort în antrenament și în concurs, capabili de a se aprecia corect, de a se autoeduca și de a se autoconduce. Ea poate fi dobândită de orice sportiv care este supus unei pregătiri științifice sistematice.

Componenta stabilă a formei sportive are, desigur, niveluri diferite; forma ei optimă constituind ceea ce numim *stare de preparare*, manifestată în special în orientarea gândurilor și sentimentelor, în atitudinile în motivația superioară. Diferitele procese și funcții psihice solicitate în proba sportivă se dezvoltă și se perfecționează ca urmare a practicii sistematice și corecte, constituind fondul a ceea ce se numește, în mod curent *indicii subiectivi ai formei sportive*.

2. *Componenta stărilor variabile*, schimbătoare care poate depinde de trăsăturile personalității sportivului (în special de cele temperamentale) dar care este, mai ales, la discreția evenimentelor, a factorilor externi care influențează asupra psihicului sportivului. Această componentă este, în special, afectivă deși poate fi influențată prin gândire și, ea însăși, influențează asupra gândirii. De regulă, factori minori ca importanță absolută (discuție în contradictoriu cu colegii, o glumă nereușită, o observație a antrenorului, o supărare la serviciu sau la școală) provoacă o schimbare bruscă de atitudine, influențând negativ elenul și

dispoziția de luptă, abătând gândurile de la preocuparea de bază. Asemenea mici evenimente nu influențează, în mod direct, asupra fondului de pregătire psihologică a sportivului dar influențează dispoziția afectivă și, prin ea, provoacă impresia reducerii substanțiale a posibilităților de luptă.

Prezența și nivelul diferit al celor două componente psihologice ale formei sportive explică de ce sunt sportivi care se mențin mult timp în formă, având posibilitatea autoreglării stării psihice în raport de solicitări și sportivi care ating rar această stare, pierzând-o foarte ușor. În afara unor particularități individuale care au, desigur, o foarte mare importanță, determinată pentru forma sportivă, este pregătirea psihologică a sportivului (generală și de ramură).

Din perspectiva analizei psihologice merită atenție punctul de vedere al psihologului francez Pierre Janet care consideră că energia noastră psihică suferă diferite oscilații, că ea nu se prezintă în permanență la același nivel de mobilizare și tensiune (încordare). Stările psihice trec de la un nivel la altul, de la latență, dispoziții vagi, promisiuni și proiecte la tendințe exprimate în limbaj interior, apoi la dorință și, în sfârșit, la realizarea deplină. La această variație care este, mai ales, calitativă, se mai adaugă și o variație de grad, de intensitate. Dinamica stărilor psihice ale sportivului pe parcursul unei sezon sau a carierei sportive se exprimă prin aceste variații care se manifestă, mai intens și mai spectaculos, în momentele de formă și de pierdere a formei.

Mihai Ralea insistă asupra conceptului de *saturație a stărilor psihice*, asupra faptului că aceleași procese psihice își modifică structura sub influența unor fenomene care se repetă de la o experiență la alta, individul modificându-și modul de a simți și a gândi. Structura este un rezultat la care se ajunge prin repetare, prin tipizare, prin automatism. Saturația este caracteristică tuturor fenomenelor psihice, începând cu percepția și sfârșind cu caracterul. Percepția, sentimentul, judecata se fixează, în timp, într-un proces stabil. Forma stabilă se caracterizează prin existența unei stări psihice cu mare stabilitate, cu constanță, provenite tocmai din această repetare și reluare în condiții identice. Saturația

acestor stări psihice rezultată din mecanismul repetării, presupune o anumită simplificare, o organizare și fixare a conținutului psihic și, tocmai prin aceasta, o mai sporită eficiență în activitatea sportivului.

P.A. Rudik stabilește următoarele particularități psihologice ale formei sportive:

- activitatea conștiinței se îmbunătățește, toate procesele psihice fiind controlate conștient; se urmărește viteza proceselor de execuție; sportul se orientează mai bine în ambianță;
- procesele percepției se derulează rapid, sunt mai clare și mai rapide; se îmbunătățește spiritul de observație și capacitatea de a sesiza situațiile diverse care apar în concurs;
- percepțiile specializate (simțul mingiei, al apei, al rachetei) ale sportivilor cu categorie superioară de clasificare ating gradul cel mai înalt;
- volumul atenției crește, se îmbunătățește capacitatea distribuirii sau concentrării ei, se mărește capacitatea trecerii rapide a atenției de la un obiect la altul (flexibilitatea);
- sportul realizează un control complet asupra acțiunilor sale pe care le dirijează cu precizie; mișcările sportivului antrenat sunt coordonate, precise, decurg ușor, lin, ritmic;
- în stare de formă elanul afectiv este mobilizat, el exprimându-se prin buna dispoziție, dorința de a concura și starea afectivă pozitivă în timpul desfășurării activității;
- la sportivi se mărește capacitatea pentru eforturi volitive susținute, încrederea în forțele proprii și dorința pentru a obține victorii atinge gradul cel mai înalt. Sportul bine antrenat se poate mobiliza cu ușurință pentru eforturi mari și, în același timp, are capacitatea de a-și doza aceste eforturi pe baza percepției și înțelegerii clare a condițiilor în care se află.

În literatura noastră problemele formei sportive au fost discutate sub dublul aspect fiziologic, psihologic fiind de remarcă lucrările lui Tr. Dumitrașcu, Miron Georgescu, Mihai Epuran. Un ultim aspect care se

degajă din literatură și pe care îl socotim interesant este prezentat de dr. L. Prokop din Austria care încearcă să răspundă la întrebarea: *unde începe patologicul în sport?* Unele din considerațiile sale pot fi extinse și la forma sportivă, deși autorul nu se referă la ea.

Cauzele patologiei în sport constau în disproporția dintre cerințe și pregătirea pentru performanță a sportivului, în faptul că în ansamblul psihosomatic omul are anumiți factori limitativi. Într-un fel și forma sportivă poate fi privită ca o astfel de limită superioară a nivelului de pregătire a individului, peste care apare supraantrenamentul, ieșirea din formă, cu manifestări neplăcute și nedorite. Prokop acordă mare atenție factorilor psihologici determinanți ai personalității sportivului voința și inteligența în mod deosebit, care trebuie să asigure acestuia posibilitatea de apreciere critică a lui însuși, estimarea rațională a propriilor posibilități, precum și rezistența la ingerințele străine. Grija pentru randament se transformă, de cele mai multe ori, într-un *complex de responsabilitate* care-i ia sportivului sângele rece și siguranța deciziei, care generează ideea de constrângere.

Contribuția antrenamentului la dezvoltarea sistemului psihic al sportivului

Psihicul reflectă adecvat condițiile activității dominante pe care omul o desfășoară. Munca de la antrenament este activitatea de bază a sportivului, alături de participarea la concursuri; ea lasă cele mai puternice urme asupra psihicului sportivului. Influențele antrenamentului se manifestă, în egală măsură, atât în direcția dezvoltării și perfecționării unor procese psihice, cât și aceea a formării unor trăsături pozitive de caracter.

Activitatea de la antrenament influențează direct asupra *percepțiilor* sportivului. Caracterul preponderent motric al acestei activități contribuie la dezvoltarea *percepțiilor kinestezice*, după cum dezvoltarea percepțiilor este strâns legată de caracterul ramurii de sport practicate.

Percepțiile spațiale, ale mișcărilor, ale timpului (tempou, ritm), ale orientării și echilibrării corpului sunt permanent influențate și perfecționate sub acțiunea exercițiilor specifice ramurilor de sport: gimnastică, alergări, lupte, schi. Activitatea sistematică la antrenament și concursuri duce la dezvoltarea percepțiilor specifice fiecărei ramuri de sport sub forma *percepțiilor specializate*: simțul mingii, simțul apei, simțul rachetei, simțul sulitei etc.

Împreună cu percepțiile se dezvoltă *capacitatea de observație* care se manifestă atât prin observarea caracteristicilor de spațiu, timp și forță ale mișcărilor exterioare și a particularităților producerii lor, cât și în observarea propriilor stări subiective. Observând corect acțiunile exterioare și propriile stări și mișcări, apreciindu-le și diferențiindu-le cu precizie, sportivul este capabil să execute acte motrice deosebit de complicate, cu un înalt grad de coordonare și de adaptare la scopurile propuse.

În antrenament se educă și *reprezentările* sportivilor, dezvoltate pe baza percepțiilor anterioare. Formarea reprezentărilor este un proces care se realizează pe toată perioada de pregătire; pe măsură ce crește nivelul pregătirii sportivului se perfecționează și reprezentările, devenind

din ce în ce mai complexe și mai precise. Îmbogățirea progresivă a experienței motrice și a cunoștințelor despre exerciții dezvoltă reprezentările și, odată cu aceasta, și capacitatea de evocare a lor, de realizare a imaginilor de care sportivul are nevoie când exersează *mental* exercițiul respectiv.

Împreună cu reprezentările se dezvoltă *imaginația* și *memoria motrică*, deosebit de solicitate în unele ramuri sportive: gimnastică, patinaj artistic, stând la baza creării *diferitelor combinații de exerciții* care sunt cu atât mai apreciate cu cât conțin elemente variate, noi și de dificultate crescută.

În întreaga activitate sportivă *gândirea* joacă un rol de cea mai mare însemnătate, ea fiind cea care dirijează întregul comportament pe baza precizării scopului, sarcinilor și a mijloacelor activității. Dezvoltarea gândirii se produce în direcția creșterii rolului operațiunilor mentale în procesul formării noțiunilor, în legătură cu achiziționarea și înțelegerea cunoștințelor, precum și în direcția perfecționării calităților gândirii sportivilor: operativitate, profunzime, rapiditate. Întregul comportament tactic se bazează pe calitățile gândirii sportivilor, educată în timpul antrenamentelor.

Antrenamentul are efecte și în ceea ce privește educarea unor trăsături de *caracter*, activitatea sportivă dezvoltă spiritul colectiv și, odată cu dorința de victorie și urmărire perseverentă a performanței, se cultivă și spiritul de cooperare. Sportivul este animat de optimism, de dorința de a învinge, își dezvoltă obișnuința de a munci consecvent pentru atingerea scopului propus. Atitudinea corectă față de adversar, ca și atitudinea corectă față de regulile de conduită, de regulamentele de concurs și deciziile arbitrilor se formează numai în antrenament.

Bibliografie

- Bota, C.** – *Ergofiziologie*, Editura Globus, București, 2000.
- Bota, C.** – *Fiziologie*, Editura Globus, București, 2000.
- Bota, A.;Mate, S.** – *Particularități ale sportului adaptat la persoanele cu nevoi speciale*. Sesiunea de comunicări științifice, ANEFS, 1999
- Burke, L.** – *Practical sports nutrition*, Human Kinetics, 2007.
- Clark, N.** – *Sports nutrition guidebook*, 2008.
- Clasing, D., Muller, R.K.** – *Doping Kontrolle*. Editura Sport und Buch, Koln, 2001.
- Cojocaru, V.** – *Curs de fotbal*. Specializare, vol. 1, București, 1994.
- Cordun, M.** – *Kinetologie medicală*. Editura AXA, București, 1999.
- D'Amato, P.J.** – *Eating right for your type*, Editura G.P. Putnam's Sons, 1996.
- Demeter, A.** – *Fiziologia și biochimia educației fizice și sportului*, IEFS, 1979.
- Dominteanu, T.** – *Cum să fii sănătos*, Editura Printech, București, 2009
- Dominteanu, T.** – *Curs practico-metodic la disciplina educație fizică și sport în învățământul universitar de neprof়il*, Editura Printech, 2009.
- Donike, M.** – *Steroid profiling in cologne*. Editura Sport und Buch, Koln, 1993.
- Dragnea, A.** – *Educație fizică și sport – teorie și practică*, Editura FEST, 2006.
- Drăgan, I.** – *Medicina sportivă aplicată*, Editura Editis, 1994.
- Drăgan, I.** – *Medicină sportivă*. Editura Medicală, București, 2002.
- Drăgan, I., Stroescu, V.** – *Medicația în efortul fizic*. Editura Editis, București, 1993.
- Dumitriu, V.L.** – *Considerații biologice și metodologice privind dezvoltarea fizică*. Editura EFS, București, 1986.

- Dumitru, I.F.** – *Hormonii corpului omenesc, organismelor animale și vegetale*. Universitatea din București, 1989.
- Dunford, M.** – *Fundamentals in exercise and sports nutrition*, H. Kinetics, 2010.
- Dumitrescu, R.** – *Culturism-fitness, fundamente teoretice și practico-metodice*. Editura Universității, 2008.
- Dumitrescu, R.** – *Metodica Educației Fizice II - Educație psihomotrică*, Editura Universității din București, 2008.
- Gurău, A.I.** – *Biotipul constituțional în medicina sportivă aplicată*, Editis, 1994.
- Foran, B.** – *High performance in sports conditioning*. Human Kinetics, 2001.
- Guyton A.C.** – *Tratat de fiziologie a omului* – ed. a II-a. Editura Medicală Callisto, București, 2007.
- Karlson, P.** – *Manual de biochimie*. Editura Medicală, București, 2006.
- Karpovich, P.V.** – *Physiologie de l'activite musculaire*. Editura Vigot, Paris, 2009.
- Jinga, G.** – *Interdisciplinaritatea în educație fizică și sport*, Editura ASE, 2010.
- Manno, R.** – *Bazele teoretice ale antrenamentului sportiv*, Roma, Revue EPS, 1992.
- Mănescu, C.O.** – *Suplimente nutriționale și doping în sport*. Editura ASE, 2010.
- Mănescu, C.O.** – *Modelarea pregătirii în jocul de fotbal*. Editura ASE, 2010.
- Mănescu, C.O.** – *Suplimente nutriționale și doping în sport*. Editura ASE, 2010
- Motroc, I.** – *Fotbal de la teorie la practică*. Editura Rodos, București, 1994;
- Motroc, I.;Cojocaru, V.** – *Fotbal, curs de bază*. Editura ANEFS, 1991;

- Niculescu, M.** – *Elemente de psihologia sportului de performanță și mare performanță*. Editura Didactică și Pedagogică, București, 1999
- Platonov, V.N.** – *Teoria sportului*, Editura Vescia, Kiev, 1987
- Predescu, T., Ghițescu, G.** – *Baschet. Pregătirea echipelor de performanță*, Editura Semne, 2001
- Sandler, D.** – *Sports power. Human kinetics*, 2005.
- Șerban, D.** – *Superfit. Esențialul în fitness și culturism*. Editura Corint, 2006.
- Serbanoiu, S.** – *Capacitățile coordinative în sportul de performanță*, Editura Afir, 2002.
- Stoica, M.** – *Capacitățile motrice în atletism*, București, Editura Printech, 2000.
- Stănescu, M.** – *Management educațional*. Editura ANEFS, București, 2001.
- Strauss, R.H.** – *Medicaments et performances sportives*. Editura Masson, 1990.
- Stroescu, V.** – *Bazele farmacologice ale practicii medicale*. Ed. Medicală, 1998.
- Tremblay, A.** – *Impact of exercise intensity on body fatness and skeletal muscle metabolism*. Metabolism. 1994.
- Tschiene, P.** – „Transformarea efectelor antrenamentului sau adaptarea pe termen lung prin efort”, *Leistungssport* nr. 6, 1993.
- Tudor, V.** – *Capacități condiționale, coordinative și intermediare*. Editura Coresi, București, 1998.
- Tudor, V.** – *Măsurarea și evaluarea în cultură fizică și sport*. Editura Alpha, 2005,
- Tudor, V., Crișan, D.I.** – *Forța, aptitudine motrică*, Editura Bren, București, 2007.
- Tudos, Ș.** – *Criterii psihologice în fundamentarea și structurarea pregătirii sportive*. Editura Paidea, București, 2000.

- Vâjială, G.E.** – *Acțiunea steroizilor anabolizanți asupra metabolismului hormonilor androgeni*. Teza de doctorat, București, 1998.
- Vâjială, G.E., Lamor, M.** – *Doping antidoping*. Editura FEST, București, 2002.
- Volek, J.S.** – „Body composition and hormonal responses to a carbohydrate-restricted diet”. *Metabolism*. 2002 Joule.; 51(7): 864-70.
- Volek, J. S. and Forsythe, S. E.** – „The case for not restricting saturated fat on a low carbohydrate diet”. *Nutrition & Metabolism*. 2:21, 2005.
- Weineck, J.** – *Biologie du sport*. Editura Vigot, Paris, 1992.