

**PARTICULARITĂȚILE DEZVOLTĂRII CONSOLIDĂRII FUNCȚIILOR  
APARATULUI LOCOMOTOR CU FUNCȚIILE ALTOR SISTEME FUNCȚIONALE  
LA REALIZAREA LOCOMOȚIEI**

**Petru PAVALIUC, Ana LEORDA, Svetlana GARAEVA,  
Ludmila MATEI, Grigore VARMARI, Ion MEREUȚA**

*Institutul de Fiziologie și Sanocreatologie al AȘM*

The basic stages of the development of the phenomenon of the consolidation of the functions of supporting-motor apparatus with the functions of cardiovascular and respiratory systems were revealed and described on basis of our own and scientific literature data. The factors, which influence the process of formation and stabilization of interrelations between these functional systems, are described. It was shown that a change in the parameters of these factors contributes to the goal-directed modification of the processes of initiation, development, stabilization, consolidation and maintenance of the interrelations of the functions of these three systems at the sanogenic level.

În opinia savanților în domeniul sanocreatologiei [1,2], problema privind menținerea și fortificarea dirijată a sănătății, inclusiv a statutului morfofuncțional al aparatului locomotor în limite sanogene, are o importanță deosebită în aspectul elaborării bazelor științifice ale constituirii treptate și consolidării funcțiilor lui cu alte sisteme funcționale – pe de o parte, iar, pe de altă parte, în perspectivă pentru evidențierea și descrierea mecanismelor dirijate ale sănătății somatice a întregului organism. În rezolvarea acestei probleme un rol prioritar revine determinării etapelor principale ale dezvoltării consolidării funcțiilor aparatului locomotor cu funcțiile altor sisteme funcționale în planul realizării etapei finale a actului locomotor [3-9].

Reieșind din cele expuse, scopul prezentei comunicări științifice constă în determinarea proprietăților dezvoltării consolidării funcțiilor aparatului locomotor cu funcțiile altor sisteme funcționale ale organismului, în aspectul realizării actului final locomotor.

### **Rezultate și discuții**

E cunoscut că aparatul locomotor, a cărui funcție principală este activitatea motorie diversă, ia parte la realizarea diferitelor procese biochimice și fiziologice: circulația sângelui în vasele sangvine și transportul substanțelor nutritive și al oxigenului spre țesuturi și eliminarea reziduurilor toxice din organism, astfel asigurând metabolismul, deplasarea produselor alimentare în tractul digestiv, a produselor metabolismului prin căile excretoare ale sistemului excretor, secreția glandelor și eliminarea ei prin ductele lor etc. [5, 10-15]. Astfel, reiese că între sistemele funcționale pe parcursul activității lor se stabilesc relații morfofuncționale ce mențin și fortifică în anumite limite sănătatea somatică și psihică a organismului. Eforturile fizice dinamice realizate de sistemul muscular în diferite procese de muncă, locomoție propriu-zisă a organismului în efectuarea diferitelor exerciții fizice, în activitatea sportivă antrenează o influență deosebită asupra tuturor organelor sistemelor funcționale ale organismului, inclusiv ale aparatului locomotor.

În procesul activității locomotoare, muncii, exercițiilor fizice cu depunere de efort se dezvoltă și se întăresc amprentele temporale (corticomusculare, corticovasculare etc.), se fortifică influența reglatoare și coordonatoare a centrelor corticale și subcorticale, precum și a sistemului endocrin asupra stării funcționale a sistemelor cardiovascular și respirator. În condițiile mecanismelor nervoase și endocrine de reglare a circulației sangvine și a respirației sporește tonul lor. Și, ca rezultat, se intensifică fluxul sângelui arterial bogat în oxigen și substanțe nutritive, asigurând metabolismul în țesuturile organelor și furnizarea energiei pentru diferite procese fiziologice. Astfel, între intensitatea activității musculare, nivelul ventilării pulmonare și circulația sangvină ce asigură crearea condițiilor adecvate transportului oxigenului spre mușchii supuși antrenării există interrelații importante. Deși eficacitatea lucrului îndeplinit depinde de mulți factori, totuși, în mod decisiv ea este determinată de capacitatea sistemului cardiovascular de a majora transportul oxigenului către mușchii implicați în funcție.

La constituirea la nivel fiziologic sanogen a procesului de consolidare a funcțiilor acestor trei sisteme funcționale începe, după necesitatea organismului, realizarea actelor de locomoție și coordonarea lor de siste-

mele și subsistemele de reglare – central nervos și endocrin conform reglementării programate a parametrilor locomoției. Pe parcursul realizării actelor de locomoție din partea sistemului nervos central și endocrin are loc implicarea lor în procesul de coordonare până la finisarea locomoției organismului.

Deci, capacitatea organismului de a realiza activitatea musculară depinde de starea funcțională a sistemelor circulator și respirator. Cercetările [12, 16-19] au demonstrat că reacția sistemului cardiovascular și respirator la efortul fizic depinde de relațiile de consolidare a funcțiilor lor cu funcțiile altor sisteme funcționale, inclusiv ale aparatului locomotor care, la rândul său, exercită o influență majoră asupra sistemelor fiziologice și a întregului organism, de starea funcțională inițială a organismului, vârstă, poziția corpului, durata și intensitatea efortului fizic. După părerea acestor autori, la aplicarea efortului fizic dozat la veloergometru și la sporirea intensității lui tensiunea sistolică creștea, iar a celei diastolice esențial scădea. A fost stabilită corelația nemijlocită dintre activitatea musculară, debitul cardiac al sângelui și redistribuirea lui în organism.

În condițiile travaliului muscular scădea evident circulația sangvină în organele interne, considerată, probabil, ca reacție compensator adaptivă cu mobilizarea rezervelor sistemului circulator și majorarea exprimată a necesității în oxigen, stimulând astfel activitatea sistemului respirator.

Dezvoltarea și stabilizarea definitivă a fenomenului de consolidare dintre funcțiile aparatului locomotor și alte sisteme funcționale parcurge următoarele etape:

1. Inițierea la acțiunea factorilor interni și externi a relațiilor dintre sistemul nervos central și formațiunile receptoare ale mușchilor scheletici, pielii, cordului și vaselor sangvine, precum și ale mușchilor diafragmei, mușchilor intercostali, receptorilor mecanici superficiali și profunzi ai plămânilor. La apariția necesității biologice a organismului în locomoție sub influența factorilor interni și externi are loc inițierea debutului relațiilor dintre sistemul nervos central și formațiunile receptoare ale mușchilor scheletici și pielii, sistemele cardiovascular și respirator. Se creează condiții favorabile pentru codificarea în receptorii acestor structuri a parametrilor factorilor interni și externi sub influența factorului nervos.

2. Geneza aferențațiilor în receptorii aparatului locomotor, sistemelor cardiovascular și respirator, mușchilor diafragmei și intercostali la acțiunea factorilor interni și externi. Principalii receptori, la nivelul cărora se vor forma și codifica aferențațiile, sunt receptorii: tactili – terminațiile libere nervoase (reacționează la presiune, lezare), corpusculii Meisner (la caracterul spațial al obiectelor, sensibili la atingere și vibrații cu frecvență scăzută), discurile Merkel (la atingeri puternice), corpusculii Ruffini (la căldură), corpusculii Crauze, proprioceptorii (la temperaturi scăzute), proprioceptorii situați în mușchi, tendoane, ligamente, pe suprafețe articulare – corpusculii Pacini și Ruffini, organele tendonoase Golgi, fusurile neuromusculare (la întindere); receptorii osmotici, chimioreceptorii și factorii mecanici. La atingerea valorii pragale a stimulului, în urma procesului de depolarizare are loc codificarea informației aferente, care sub formă de impulsuri nervoase este condusă spre mușchi, inițiind contracția lor, ceea ce provoacă activitatea motorie și inițierea relațiilor funcționale dintre sisteme.

3. Dezvoltarea relațiilor dintre funcțiile aparatului locomotor și sistemele cardiovascular și respirator. La majorarea volumului și intensității aferențațiilor se intensifică funcțiile sistemului muscular, inclusiv ale mușchului cardiac, mușchilor intrecostali și ale diafragmei. Începe formarea interrelațiilor de influență sanogen optimă dintre funcțiile acestor sisteme funcționale, care reciproc ameliorează activitatea lor.

4. Constituirea (stabilizarea treptată) a relațiilor dintre funcțiile aparatului locomotor și sistemele cardiovascular și respirator.

La atingerea unui nivel sanogen al activității acestor sisteme la acțiunea factorului concret are loc stabilizarea treptată a relațiilor dintre centrele nervoase segmentare, cardiac, respirator ale mielencefalonului și reglarea metabolică a hipotalamusului. Intensificarea locomoției sporește viteza circulației sangvine și a respirației, astfel asigurând țesutul muscular striat cu substanțe nutritive și oxigen, necesare pentru menținerea proceselor metabolice la nivel sanogen și a proceselor de oxidoreducere cu degajarea energiei pentru menținerea funcțiilor aparatului locomotor în limite sanogene.

5. Consolidarea funcțiilor aparatului locomotor (stabilizarea definitivă) cu sistemele cardiovascular și respirator. Constituirea relațiilor dintre aceste trei sisteme dezvoltă consolidarea funcțiilor lor și condiționează statutul morfofuncțional. Inclusiv, stimularea funcțiilor aparatului locomotor prin utilizarea eforturilor fizice dinamice cu cele ale sistemelor cardiovascular și respirator duce la formarea relațiilor dintre ele, iar, conform datelor din literatura științifică, e necesar ca acestea să fie îndeplinite la o frecvență cardiacă nu mai mică de

120-130 băt./min. Menținerea și fortificarea sănătății somatice, consolidarea relațiilor în cadrul organismului integru dintre sistemele funcționale se realizează în limitele volumului sistolic maximal de 60-80 ml. Paralel, la acțiunea efortului fizic dinamic se majorează ventilarea pulmonară condiționată de respirația mai profundă, maximal de 40-70 mișcări respiratorii pe minut. Menționăm că la majorarea cu 100 ml a oxigenului utilizat în mușchi la acțiunea efortului fizic dinamic volumul minutar al cordului crește cu 800 ml.

Așadar, relațiile directe ale mușchilor scheletici cu cordul și sistemul respirator se reglează, pe lângă calea nervoasă, și prin intermediul celei umorale. Astfel, combinarea mioglobinei cu oxigenul asigură pe deplin respirația tisulară la intensificarea stimulării, atingând o cantitate de mioglobină de 25% din conținutul total al hemoglobinei și prezentând în cadrul relațiilor stabilite o sursă de influență esențială stimulatorie.

Deci, diferite procese fiziologice și biochimice ce au loc în mușchi la acțiunea fizică dinamică se reflectă nemijlocit asupra funcțiilor tuturor organelor și sistemelor funcționale. Relațiile dintre ele, consolidându-se cu aceste structuri în scopul menținerii statutului lor morfofuncțional, posedă un rol de factor suplimentar al circulației sangvine și de intensificare a metabolismului gazos în organism. În același timp, aceste procese stimulează capacitățile funcționale ale aparatului locomotor la realizarea actelor de locomoție și coordonarea lor cu sistemele nervos central și endocrin.

Analiza datelor din literatura științifică [20-22] și a datelor proprii dă posibilitatea de a evidenția factorii ce influențează procesele de formare și constituire a relațiilor dintre sistemele funcționale pentru atingerea unui nivel sanogen optimal al programului de locomoție. Acești factori pot fi atât externi (eforturile fizice dinamice, factorii climaterici), cât și interni (metabolici, nervoși, endocrini).

Prin intermediul modificării parametrilor acestor factori pot fi dirijate procesele de inițiere, dezvoltare, stabilizare, consolidare și menținere a interrelațiilor funcțiilor aparatului locomotor și ale sistemelor cardiovascular și respirator, direcționându-le și folosindu-le în menținerea și fortificarea dirijată a sistemelor somatice, inclusiv a întregului organism.

Astfel, stabilizarea definitivă a consolidării funcțiilor sistemului nervos central și a celui endocrin, a musculaturii voluntare și a scheletului, precum și a funcțiilor aparatului locomotor cu funcțiile sistemelor cardiovascular și respirator are loc în perioada funcționării stabile a organismului. Așadar, la acțiunea factorilor interni și externi, la procesul de constituire definitivă a consolidării funcțiilor acestor sisteme se intensifică fluxul sangvin, bogat în substanțe nutritive și oxigen, în mușchi se majorează rezervele de oxigen în formă de mioglobină și se creează condiții optime pentru realizarea de către organism a actelor de locomoție. Datele obținute permit a concluziona că dirijarea cu parametrii factorilor externi și interni poate fi folosită în calitate de metodă de menținere și fortificare dirijată a sănătății organismului.

## Concluzii

1. În baza datelor proprii și a celor prezentate în literatura de specialitate au fost evidențiate și descrise etapele principale ale dezvoltării procesului de consolidare a funcțiilor aparatului locomotor cu funcțiile sistemelor cardiovascular și respirator.

2. Au fost evidențiați factorii ce influențează procesele de formare și constituire a relațiilor dintre sistemele funcționale pentru atingerea unui nivel sanogen optimal al programului de locomoție: a) externi (eforturile fizice dinamice, factorii climaterici) și b) interni (metabolici, nervoși, endocrini).

3. Prin modificarea parametrilor acestor factori pot fi dirijate procesele de constituire treptată, consolidare și menținere la nivel sanogen optimal a relațiilor dintre funcțiile aparatului locomotor și sistemele cardiovascular și respirator.

4. În procesul activității motorii, muncii, exercițiilor fizice cu depunere de efort se dezvoltă și se fortifică amprentele temporale (corticomusculare, corticovasculare etc.), se majorează nivelul de influență reglatoare și coordonatoare a centrelor corticale și subcorticale, precum și a sistemului endocrin asupra stării funcționale a sistemelor cardiovascular și respirator.

5. Stabilizarea definitivă a procesului de consolidare a funcțiilor sistemelor funcționale are loc în perioada funcționării stabile a organismului.

6. Fenomenul consolidării funcțiilor organelor în limitele unui sistem funcțional, precum și între sistemele funcționale ale organismului poate fi folosit în perspectivă ca metodă veridică utilă în menținerea sau fortificarea statusului morfofuncțional al unui sistem funcțional (inclusiv al aparatului locomotor) prin modificarea dirijată a parametrilor factorilor externi și interni.

## Referințe:

1. Фурдуй Ф.И. Санокреатология – новая отрасль биомедицины, призванная приостановить биологическую деградацию человека. - В: Стресс, адаптация функциональные нарушения и санокреатология. - Кишинев: Cartea Moldovenească, 1999, с.36-43.
2. Фурдуй Ф.И. Стресс, эволюция человека, здоровье человека и санокреатология. - В: Научные труды II Съезда физиологов СНГ „Физиология и здоровье человека”. - Москва-Кишинев: Медицина, Здоровье, 2008, с.241.
3. Belloc N., Breslow L. Relationship of physical health status and health practices // Preventive Medicine, 1972, p.409-421.
4. Баканычев А.В. Возможность управления состоянием функциональной системы дыхания. – В: Патофизиология органов и систем. – Москва: РГМУ, 1996, с.81-103.
5. Huonker M., Schmidt-Truckska A., Heis H.W. Эффекты физической тренировки на возрастные структурные и функциональные изменения сердечно-сосудистой системы и скелетных мышц // Gerontol. Ahd genian, 2002, no2, p.151-156.
6. Романчук А.П., Перевошиков Ю.А. Саногенетические механизмы экстремальных физических нагрузок циклического характера при изменении функции внешнего дыхания // Експериментальна та клінічна фізіологія і біохімія, 2004, №4, с.24-29.
7. Николаев А.А. Двигательная активность и здоровье современного человека. - Смоленск: СГИФК, СГУ, 2005.
8. Clamann H. Statistical analysis of motor unit firing patterns in a human skeletal muscle // Biophysical Journal, vol.9 issue 10, 2009, p.1233-1251.
9. Баев О.А. Связь особенностей морфофункциональной перестройки сердца с характером деятельности сердечно-сосудистой системы организма при велоэргометрических нагрузках. - В: Ученые записки Таврического нац. ун-та. Серия „Биология, химия”, 2008, т.21 (60), №3, с.8-15.
10. Duțu Șt. Explorarea funcțională pulmonară. - București: Editura Medicală, 1997, p.194-210.
11. Белоцерковский З.Б., Любина Б.Г., Богданова Е. В., Борисова Ю.А. Динамика сердечной деятельности при изометрических нагрузках у спортсменов // Физиология человека, 2000, т.26, №1, с.70-76.
12. Старшинов А.В. Комплексный анализ изменений показателей дыхания, кровообращения и реологии крови и их информативность у лиц с разным уровнем физической работоспособности: Автореф. дисс. на соискание уч. ст. канд. биол. наук. Яросл. гос. пед. ун-т, 2004.
13. Щесюль А.Г. Сосудистые сопротивления и динамика сердечного выброса при силовых упражнениях: Автореф. дисс. на соискание уч. ст. канд. биол. наук. Ин-т возрастной физиологии. - Москва: РАО, 2004.
14. Богдановская Н.В., Маликов Н.В. Структурно-функциональные изменения сердца как критерий адаптированности организма к систематической мышечной работе. - В: Ученые записки Таврического нац. ун-та. Серия „Биология, химия”, 2008, т.21(60), №3, с.16-20.
15. Лучицкая Е.С., Русанов В.Б. Функциональные особенности гемодинамики подростков в условиях различной двигательной активности // Физиология человека, 2009, т.35, с.43-50.
16. Gherman D. Importanța urmăririi parametrilor respiratori în effort // Revista de Expertiză Medicală și Recuperare a Capacității de Muncă, 2000, nr.1, p.49-56.
17. Викулов А.Д., Немиров А.Д., Ларионова Е.А., Шевченко А.Ю. Вариабельность сердечного ритма у лиц с повышенным режимом двигательной активности и у спортсменов // Физиология человека, 2005, т.31, №6, с.54-59.
18. Renner J., Cavus E., Grusnewald M., Steinfath H., Scholz J., Lutter G., Steffen M., Bein B. Myocardial performance index during rapidly changing loading conditions: Impact of different tidal ventilation // Eur. J. Anaesthesiol., 25, 2008, no.3, p.217-223.
19. Бравый Я.Р., Берсенев Е.Ю., Макаров В.А. и др. Изменения центральной гемодинамики и симпатической активности, адресованной сосудам мышц, при ритмической мышечной работе. - В: Механизмы функционирования висцеральных систем. VII-ая Всероссийская конференция. - СПб, 2009, с.73-74.
20. Физиологические основы здоровья человека / Под ред. Б.И. Ткаченко. - С.-Петербург, Архангельск: Издательский центр Северного государственного медицинского университета, 2001, 728 с.
21. Павалюк П.П. Особенности ритмической организации физиолого-биохимических процессов в организме и возможное их использование в тестировании здоровья // Transaction on metrology and analytical methods researches. - Chișinău: Tipografia AȘM, 2010, p.247-257.
22. Павалюк П.П., Леорда А.И. Ритмические физиолого-биохимические процессы, факторы внешней среды и здоровье человека // Материалы VI Международной конференции „Фальфейновские чтения”. - Херсон, 2009, с.149-154.

Prezentat la 15.03.2011