

VÝVOJOVÁ FYZIOLOGIE A OTÁZKY PEDAGOGIKY

AKADEMIK A. A. MARKOSJAN, Moskva

Poslední roky jsou obdobím výjimečně intenzivního rozvoje vývojové fyziologie a morfologie. V současné době byla v Akademii pedagogických věd SSSR vytvořena problémová komise vývojové fyziologie, morfologie a biochemie. Komise sjednocuje 125 vědeckých pracovišť Sovětského svazu, v nichž se rozpracovávají problémy vývojové fyziologie. Za hlavní, vedoucí pracoviště byl uznán Ústav vývojové fyziologie a tělesné výchovy Akademie pedagogických věd.

Čím vysvětlit tak bouřlivý růst vývojové fyziologie? Lze se domnívat, že je podmíněn zvětšeným zájmem o věk ze strany pedagogiky i medicíny.

Řešení ohromného úkolu přípravy všestranně rozvitých, vzdělaných a komunisticky vychovaných lidí vyžaduje všestrannou znalost dítěte, přičemž důležité místo zaujímá vývojová fyziologie. Vyhlášení preventivního zaměření sovětské medicíny přimělo pracovníky této oblasti, aby obrátili svoji pozornost k rostoucímu organismu, neboť právě v tomto období se budou rozhodovat i otázky předcházení nemocem. Konečně, jak se stalo zřejmým, spočívá řešení problému prodloužení života, delšího zachování pracovní schopnosti i předcházení předčasnému nástupu stáří ve značné míře v raných obdobích lidského života.

Dítě představuje jednotný celek a jakékoliv působení na ně nachází proto odezvu v celém jeho organismu. Právě proto se stávají škola i předškolní zařízení ve vší mnohotvárnosti své činnosti středem řešení těchto tří největších problémů současnosti. — Pedagogika, řešící úkol vzdělání a výchovy, nemůže se neúčastnit ani řešení ostatních dvou problémů. Organismus dítěte i dospívající mládeže jeví se v každé etapě svého vývoje jako harmonický celek s vlastními zvláštnostmi, který se co nejúčelněji ustaluje v procesu vývoje.

Organismus dítěte se rozvíjí v konkrétních podmínkách socialistického prostředí. Morfologická a funkční stavba organismu dítěte je proto výslednicí mezi konzervativní dědičností a novými individuálními zisky organismu. Čím je dítě starší, tím větší je zásoba těchto individuálně získaných hodnot a tím větší úlohu hrají v jeho postupném vývoji. Je proto přirozené, že racionálně uzpůsobený pedagogický proces má řešit dva těsně se prolínající úkoly: aktivně působit k vývoji nového, toho, čím se vyznačuje dané věkové období, a zároveň napomáhat příznivému vývoji začátků progresivnějšího příštího, připravující tím dítě k vstupu do nového, dokonalejšího období jeho vývoje. Při řešení těchto otázek se pedagogika ve značné míře opírá o údaje vývojové fyziologie a morfologie.

V procesu rozvoje organismu člověka se vzhledem k jeho složité morfologicko-fyziologické struktuře velmi silně vyvíjejí dvě funkce: pohybová funkce a funkce mozkové kůry — vyšší nervová činnost. Jejich vývoj má natolik zvláštní, bouřlivý a kvalitativně odlišný charakter, že při srovnání se zvířectvem můžeme spatřovat jen společné základy. Může-li fyziologie při zkoumání mnohých vegetativních funkcí modelovat je (při určitých úpravách) na zvířatech, pak ve vztahu k těmto dvěma funkcím je ve značné míře zbavena této možnosti. Proto se jeví fyziologie pohybů člověka a jeho vyšší nervová činnost

*) Studie byla přednesena na zasedání Akademie pedagogických věd v únoru 1965 a otištěna v Sovět. pedagogice č. 5 z r. 1965.

specifickou oblastí fyziologie člověka, vyžadující zvláštního přístupu a specifické metodiky výzkumu.

V procesu individuálního vývoje dítěte vidíme tyto dvě stránky jeho organismu do jisté míry jako vedoucí a určující jeho lidskou podstatu.

Bylo by nesprávné podceňovat úlohu a význam vegetativních funkcí organismu — krevního oběhu, krve, dýchání, trávení, látkové výměny a výživy nebo žláz s vnitřní sekrecí. Jakýkoli svalový akt nebo změny v procesech vyšší nervové činnosti jsou nutně provázeny vegetativními a ochrannými složkami, zabezpečujícími jejich zdokonalení.

Nemohu se v tomto sdělení zabývat všemi stránkami rozvoje dítěte. Osvětlím jen krátce vznik a vývoj svalové činnosti. Mínil jsem pojednat o tomto problému ze tří aspektů: 1. Vznik a vývoj pohybového analyzátoru. 2. Úloha a význam vegetativní složky při svalové činnosti. 3. Problém únavy a normování.

P r v n í a s p e k t. Zakladatel fyziologie v Rusku I. M. Sečenov pronesl řadu skvělých myšlenek, jejichž realizaci ponechal potomkům. Patří k nim myšlenka o reflexech velkého mozku, kterou I. P. Pavlov nazval geniálním vzmachem sečenovské mysli. Takovou charakteristiku zaslouží i myšlenka I. M. Sečenova o tom, že sval je obojetný orgán: pracující orgán i orgán citění. Nadto podle myšlenek I. M. Sečenova právě sval svými vlastnostmi »vychoval« všechny ostatní orgány citění. Poznávací úlohu svalů spojoval I. M. Sečenov do značné míry s takzvaným »temným« smyslem, který dostal později v pracích známého anglického fyziologa Sherringtona název proprioceptivní cit. Pod tímto názvem je zván tento cit i v současné fyziologii.

A. F. Samojlov, známý ruský fyziolog, když oceňoval význam svalové činnosti, říkal, že centrální nervový systém byl vyvolán k životu svaly. »V centrálním nervovém systému, přivedeném k životu,« psal A. F. Samojlov, »v tomto nejsložitějším mechanismu, jaký známe na naší planetě, rozvinulý se zvláštní samostatné funkce a úkoly. Bylo nadále zcela přirozené, že svalový systém převzal úlohu výkonného orgánu a řídící úloha se soustředila v centrálním nervovém systému s jeho signalizačními aparáty, s jeho orgány citění, s jeho analyzátory. Avšak svaly samy jsou nejenom pracujícími orgány, nýbrž i orgány citění.«

Je zřejmé, že svalová činnost rostoucího organismu je nejen faktorem jeho všestranného tělesného a rozumového vývoje, ale i prostředkem poznání obklopujícího jej světa. Proto má studium věkového vývoje pohybového analyzátoru ohromný význam v oblasti tělesného, uměleckého a pracovního vyučování a výchovy nejen v defektologii, nýbrž i v jakékoli vyučovací a výchovné činnosti.

Morfologickým substrátem pohybového aktu je pohybový analyzátor. Jádro pohybového analyzátoru prochází podle údajů Ústavu mozku Akademie lékařských věd SSSR několika etapami rozvoje. V průběhu prvního roku života se tvoří 10—20 % této oblasti vzhledem k dospělému jedinci, mocně se rozvíjí a v 7 letech už se rovná 80 % dospělého. Čtvrté pole (podle Brodmana), kde je lokalizováno provádění prostých pohybových a reflexních aktů, dozrává cytoarchitektonicky k čtvrtému roku, na rozdíl od šestého pole, s jehož činností jsou spojeny automatické pohybové děje a které dozrává k sedmému roku. Ve dvanácti letech se přibližuje mozkové ukončení pohybového analyzátoru cytoarchitektonicky stavu, jaký je u dospělého. Cévní síť této oblasti podléhá rovněž zjevným změnám: světlost krevních cév čtvrtého pole se zvětšuje ve dvou letech $1\frac{1}{2} \times$, ale šestého pole $2\frac{1}{2} \times$ a v 17 letech $10 \times$.

Kapilární síť vyšetřovaných polí se zvlášť intenzívně obohacuje ve 4 letech.

V 15 letech je už cévně kapilární síť v základě organizována a ve své struktuře blízká síti dospělých. Tak se v cytoarchitektonickém rozvoji korového jádra pohybového analyzátoru určují uzlové body. Za první uzlový bod třeba považovat narození a první týdny života dítěte, kdy změněné životní podmínky a objevivší se aktivní pohyby představují stimuly intenzivního rozvoje korových buněk.

Následující uzlový bod zahrnuje čtvrtý a sedmý rok věku, kdy uzrává čtvrté a šesté korové pole. Nakonec 12 let a 15—16 let jsou těmi uzlovými body, kdy se cytoarchitektonika a zásobování krví přibližuje stavu dospělého.

V procesu rozvoje jádra pohybového analyzátoru se ukazují složité vztahy korového jádra pohybového analyzátoru a některých podkorových útvarů: žíhané těleso (*corpus striatum*), část bledá (*globus pallidus*, blednýj šar), bezejmenná substance (*bezymjannaja substancija*), Luysovo těleso (*corpus Luysii*), červené jádro (*nucleus ruber*), černé jádro (*nucleus niger*). Rozvoj pohybového analyzátoru, jeho korových, podkorových a periferních částí probíhá přitom časově různě.

Vodící pyramidové cesty se rozvíjejí intenzivně první dva roky života, ve 3—4 letech se zakončuje myelinizace jejich vláken. V tomto období se rozvíjejí vnitrokorové spoje. Kompaktnost traktu se stává složitější a zvětšuje se až do 10—12 let.

Periferní část pohybového analyzátoru prochází podle zjištění našeho ústavu také několika etapami vývoje. Svaly novorozence jsou charakterizovány malým příčným pruhováním vláken, malým počtem a kyprým uspořádáním fibril uvnitř svalového vlákna. Spojovací tkáň má hojnost nediferencovaných buněčných prvků. Do tří let probíhá zesílená fibrilizace svalových vláken, jejich množství se zvětšuje 4—5 $\times$, příčný rozměr 1½ $\times$. Intenzivně se rozvíjejí všechny druhy vnitrosvalové spojovací tkáně. V období do 7 let se prodlužují a zesilují svalová vlákna, množství myofibril ve svalovém vlákně se ve srovnání s obdobím novorozence zvětšuje 15—20krát. Ve všech svalech se urychluje růst šlach. Rozrůstá se pojivo. V období od 7 do 14 let se procesy růstu svalové tkáně prudce zrychlují. Právě v tomto období probíhá nejdůležitější specifická diferenciací svalů jako orgánu i rozvoj jeho skladebných prvků. Další rozvoj svalů a jejich růst se ovšem prodlužuje do 18 let.

Inervační aparát svalů, aferentní neboli senzitivní inervace, která už je na dostatečně vysoké úrovni u novorozence, se intenzivně rozvíjejí a v 7 až 8 letech dostihují svou morfologickou strukturou úroveň dospělých. Eferentní neboli motorická inervace se však začíná svou strukturou přibližovat této inervaci dospělých teprve v 11 až 13 letech. Rozšíření motorické plotýnky, uspořádání jemné struktury se ovšem prodlužuje do 18 až 20 let. Sval jako smyslový orgán tedy uzrává v 7 až 8 letech, ale jako pracující orgán teprve za 10 let. Vidíme-li, že korová pole a mechanismy dosahují jisté úroveň rozvoje právě v 7 až 8 letech, stává se zřejmým, že morfologický podklad poznávací svalové činnosti dítěte uzrává mnohem dříve než aktivní podklad svalové činnosti. Tento velmi zajímavý fakt není ještě docela proanalyzován a zdá se nám, že v sobě tají ohromné možnosti při vyučování dětí raného věku.

Pokud jde o pohybový rozvoj, rodí se dítě ve srovnání s ostatními představiteli živočišné říše krajně bezmocné, s malou zásobou zděděných pohybů. A proces formování a rozvoje pohybů probíhá u něho poměrně dlouho.

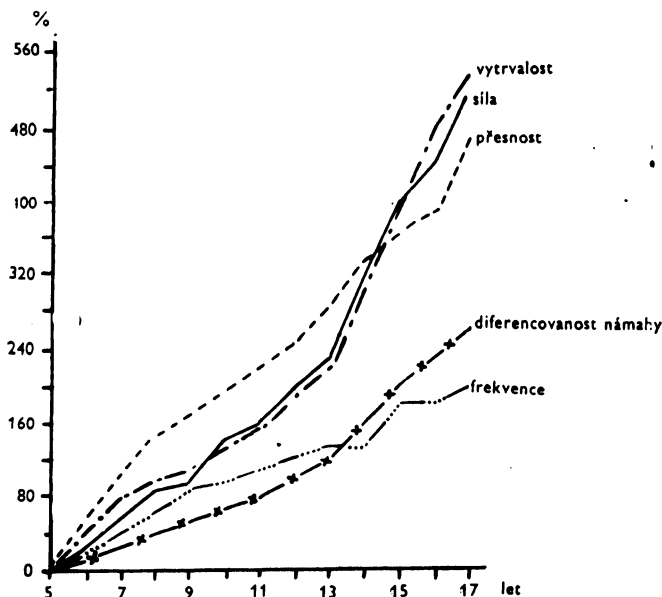
Bohatý arsenál lidských pohybů se vytváří pouze v procesu individuálního rozvoje na základě podmíněně reflexního mechanismu. Rozhodujícím činitelem

se zdá být výchova dítěte a jeho pohybová aktivita. Dítě přichází do školy vybaveno rozmanitými pohyby. Zde vstupují do jeho života řízené pohyby. S tím se zároveň zvětšuje doba vynucené nepohyblivosti ve vyučovacích hodinách a při zpracování domácích úkolů. Odstraňovat přetížení znamená proto nejenom ochraňovat mozkovou činnost žáka, ale i uspokojovat jeho potřebu po pohybu, jako činitele rozvoje i zdraví.

Pohybová činnost je těsně spojena s vyšší nervovou činností a všemi úrovněmi centrálního nervového systému. Stupeň rozvoje pohybů je proto určován nejenom morfologickou, ale i funkční zralostí.

Výzkumy N. M. Ščelovanova, N. A. Berjnštejna, E. G. Levi-Goriněvské, A. V. Zaporožce, I. M. Jablonovského aj. objasnily zvláštnosti rozvoje jednotlivých pohybů, avšak Ústav vývojové fyziologie a tělesné výchovy Akademie pedagogických věd nashromáždil v posledních 8–10 letech fakta, která charakterizují rozvoj pohybů dětí poněkud v jiném aspektu.

Ukázali jsme, že se největší tempo rozvoje funkčních vlastností pohybového



Obr. 1. Tempo změn pohybových vlastností u dětí různého věku.

analyzátoru pozoruje v období staršího předškolního a mladšího školního věku. Paralelně s rozvojem funkčních vlastností probíhá rozvoj pohybových vlastností (obr. 1). Tempo rozvoje rychlosti pohybů je zvláště velké v 7–9 letech. Nejvíce se tato vlastnost rozvíjí ve 13–14 letech. Přesnost a jistota pohybů se nápadně zvyšuje ve věku od 5 do 8 let.

Vytrvalost ve statickém úsilí u rozličných svalových skupin se zvyšuje po 14.–15. roce. Také síla různých svalových skupin se nejintenzivněji rozvíjí v starším školním věku od 15 let. Po 18 letech se tento růst zpomaluje a v 26 letech ustává. V 35 letech se pozoruje dokonce snižování síly. Schopnost diferencovat svalové napětí je do 10 let malá a podstatně se nemění. Nápadné zvýšení se zaznamenává pouze od 10 do 16 let.

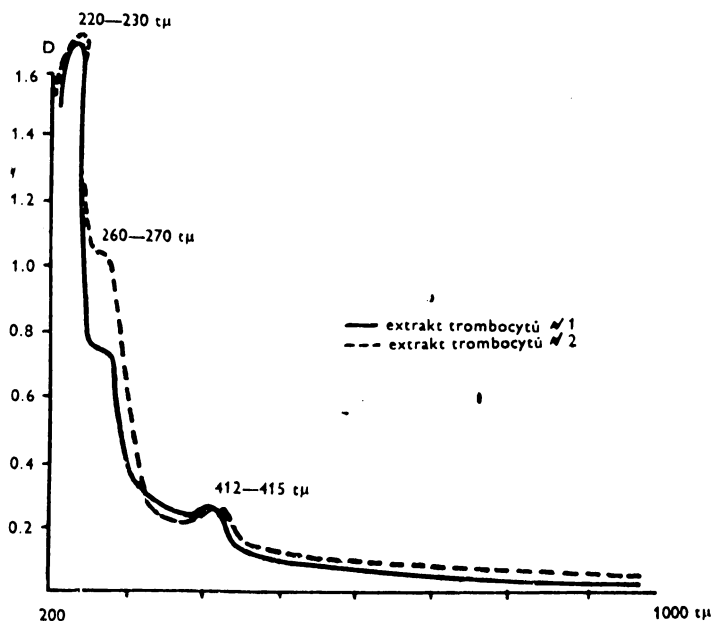
Ve věku 13–15 let jsou možné téměř všechny formy koordinace pohybů, nikoliv však pohyby spojené s použitím větší svalové síly nebo pohyby velkého

rozsahu. Proto dosahují děti tohoto věku virtuózní techniky ve hře na hudební nástroje, choreografického mistrovství, přesnosti a souladnosti v pracovních činnostech.

Lze mít za to, že hlavním věkovým obdobím, kdy je třeba klást základy techniky tělovýchovných, choreografických, pracovních a jiných pohybů, je věk od 9 do 13—14 let, v němž pozorujeme zvláště strmý růst ukazatelů pohybového analyzátoru. V tomto období, jak jsme ukázali, uzrává v podstatě celý morfologický podklad. V starších věkových skupinách pak je možné rozvíjet na základě získaných pohybových návyků sílu, vytrvalost a zdokonalovat pohyby velkého rozsahu (amplitudy). Tyto skutečnosti by se měly stát základem organizace pracovního procesu v současné polytechnické škole, v tělesné výchově a při veškeré činnosti dětí i dospívající mládeže.

Uvedených faktů bylo použito při revizi obsahu tělesné výchovy. Učební osnovy byly od základu přepracovány. Nově jsou formulovány úkoly vyučování v různých etapách vývoje dítěte. Učení základním pohybům a pohybovým činnostem bylo přeneseno do prvních let a dovršuje se v osmileté škole. Ve vyšších třídách se věnuje pozornost zdokonalování těchto pohybových činností, a to s větším použitím síly a vytrvalosti. Otázkou je ranější diferencované vyučování chlapců a dívek.

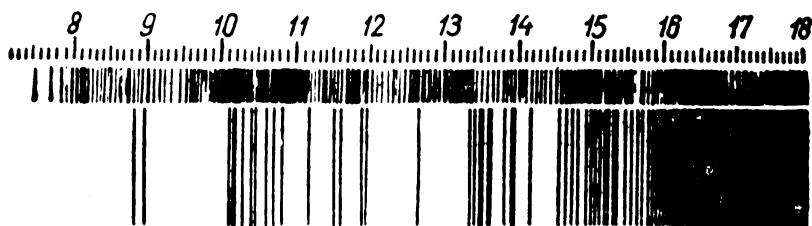
Druhý aspekt. Počátek svalového stahu je spojen s rozpadem adenosintrifosforečné kyseliny syntetizované v mitochondriích buněk v procesu látkové výměny. Rozpad adenosintrifosforečné kyseliny, zajišťující energii svalové kontrakce, probíhá bez potřeby kyslíku. Ovšem v konečném článku složitého řetězu chemických přeměn, kdy probíhá oxysličení $\frac{1}{6}$ vznikající kyseliny mléčné a naopak resyntéza $\frac{5}{6}$ v adenosintrifosforečnou kyselinu, je třeba kyslík. Proto nabývá zásobování pracujících svalů kyslíkem prvořadý význam. Základní částice krve, přenášející kyslík z plic k buňkám, jsou erytrocyty, přesněji v nich obsažený hemoglobin.



Obr. 2. Spektrum trombocytů.

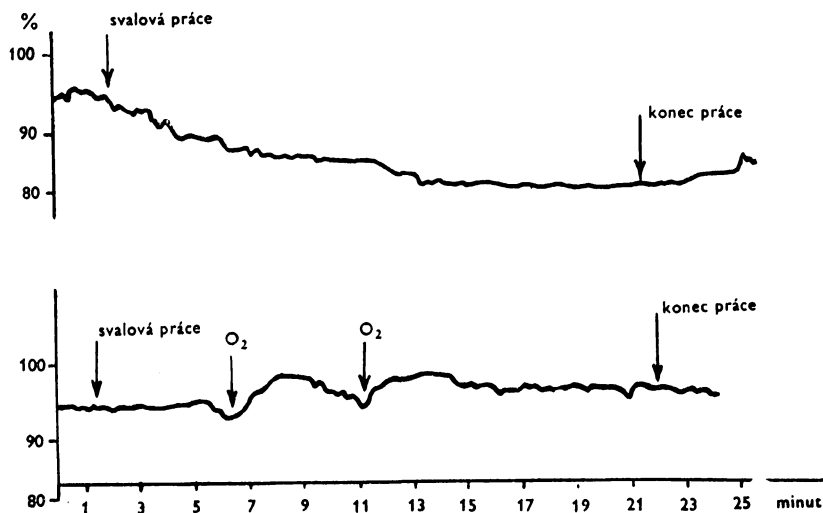
Při zkoumání změn, které vznikají v krvi při intenzivní svalové činnosti, jsme zjistili, že zde dochází k výrazným kvantitativním i kvalitativním změnám třetích skladebných částic krve — trombocytů. Odhalený nový jev, který jsme nazvali myogenní trombocytózou, vešel v současné době do učebnic fyziologie i do vědecké literatury. Konstatování samotného faktu, byť i nového, je ovšem pro takové uznání nedostačující. Bylo třeba vysvětlit jeho význam a určit jeho místo v řetězu procesů probíhajících v organismu dětí a dospívající mládeže. Úloha trombocytů v procesech srážení krve byla dávno známa, my jsme však tuto úlohu konkretizovali, zavedli nyní už všeobecně přijaté pojetí ochranné složky svalové činnosti a ukázali na přítomnost jediného ústředního mechanismu regulace pohybů i ochranné složky, která se zformovala v procesu fylogeneze. Objevila se však i nová, dosud neznámá funkce těchto skladebných částic krve. Ukázalo se, že jsou důležité při zabezpečování organismu kyslíkem. Zřejmým se to stalo po spektrální analýze suspense trombocytů, když se objevil na délce vlny 412—415 angstromů pruh pohlcení (obr. 2). Tento pruh mají trombocyty všech savců; je charakteristický pro dýchací enzymy. Je třeba předpokládat, že trombocyty aktivizují dýchací fermentativní skupiny a skupiny systému dehydrogenázy tak, jako aktivizují extrakty trombocytů podle Kacalot-tiho hydrosulfitem obnovený cytochrom savců.

Trombocyty se při svalové činnosti rozrušují ve zvýšené míře. Uvolňují se z nich dýchací enzymy, které přispívají k energetickému využití kyslíku. Mimoto kvalitativní spektrální analýza odhalila v trombocytech dva příjemce kyslíku ze tří existujících v živočišném světě — železo a měď; neukázalo se pouze vanadium (obr. 3). Tyto dva prvky, uvolňující se při rozpadu trombocytů, způsobují zesílenou syntézu hemoglobinu, což je velmi důležité při hypoxii, která podle údajů mnohých autorů vzniká při svalové činnosti. Tento jev je věkově charakteristický — čím mladší organismus, tím výrazněji se jeví myogenní trombocytóza. Jeden z aspirantů našeho ústavu, pracující v 54. škole Moskvy, zvolil pro své pedagogické experimenty jeden z nejjednodušších pohybových tvarů — dřepy, které děti prováděly v daném rytmu bez předchozí instrukce. Pozorování ukázalo u většiny dětí nesprávné spojení pohybu a dýchání. Při dřepu vdechují. Toto spojení se u nich vytvořilo patrně proto, že se při učení obvykle spojuje začátek pohybu s vdechem. Avšak je zajímavé, že po 18—20 dřepích dojde bez jakýchkoli pokynů k automatické přestavbě, vzniká nové programování tohoto procesu, začíná správné spojení dýchání a pohybu. Čím tento nový jev vysvětlit? Rozhodli jsme se hledat z možných variant příčiny popsání jevu v stupni nasycení krve kyslíkem. Nasycení krve kyslíkem bylo zkoumáno za pomoci oxyhemografu, sestávajícího z fotobuňky, připevněné k ušnímu boltci, a ze zpracovávající a sdělovací části. Ukázalo se, že obsah kyslíku v krvi těchto dětí skutečně rychle klesá a nová upravená činnost dýchacího centra



Obr. 3. Spektrogram obsahu železa, mědi a vanadia v suspenzi trombocytů.

probíhá na jednom z nejnižších bodů (obr. 4). Je-li zjištěný fakt správný, byla by dávka kyslíku při nesprávném spojení pohybu a dýchání na překážku úpravě dýchání. Do experimentu byl zapojen nový prvek — vdechování kyslíku. V těchto podmínkách se nesprávné spojení dýchání a pohybu udrželo po celou dobu a k úpravě dýchání nedošlo. Katedra fyziologie Jaroslavského pedagogického institutu předložila údaje o změnách kyslíkového nasycení krve u dětí v závislosti na držení těla. Bogomolcův ústav fyziologie AV USSR přinesl sdělení



Obr. 4. Křivka poklesu obsahu kyslíku v krvi při práci (spodní — při vdechování kyslíku).

o velké citlivosti pubescentních žáků na nedostatek kyslíku. Bylo zjištěno, že 13–16letí byli citlivější na kyslíkový nedostatek než děti mladšího věku i než dospělí a že i adaptace na hypoxii probíhá u nich hůře. Podle jejich údajů se vyskytla ve více případech u 14–15letých dívek v táboře mladých alpinistů ve výšce 1700–2000 m ztráta vědomí.

Pokud se při některých cvičeních hypoxie projevovала, byla tato cvičení z osnov vypuštěna. Při jejich případném použití je třeba veliká opatrnost.

Byla vypracována metodická pravidla, jak učit děti správně dýchat při různých pohybech, a určeny požadavky na metodiku cvičení venku v různých klimatických podmínkách, což je velmi důležité pro zlepšení okysličování krve.

Třetí aspekt je věnován problému únavy a normování svalové činnosti mládeže.

Při zkoumání problému únavy můžeme zaznamenat dva navzájem se odlišující směry. Prvý z nich je humorálně lokální.

Druhá polovina 19. stol. se vyznačovala prudce stoupnuvším zájmem o problém svalové únavy. Převládající analytická metoda vedla k tomu, že ojedinělé experimentální údaje, získané na nervosvalovém preparátu žáby, byly zevšeobecněny a přenášeny na člověka. Vznikly hypotézy, které stavěly za základ metabolické procesy probíhající na periférii.

Leibigovo mínění, že únava je podmíněna objevením kyseliny mléčné ve svalu, se zvláště uplatnilo po zveřejnění prací Melerhafa a Hilla, kteří objevili místo a význam kyseliny mléčné v řetězu chemických přeměn při svalovém

stáhu. Předpokládalo se, že kyselina mléčná působí bezprostředně na sval, čili na nervové přenášení, a je na překážku průchodu impulsu z nervového zakončení na svalové vlákno. Když byly tyto údaje prověřeny na celistvém organismu člověka, se však nepotvrdily.

V posledních letech někteří elektrofyziologové (Müller 1953, Merton 1954, 1956, Scherer se spolupracovníky 1960, 1961) znovu vyslovují názor o periferním původu únavy.

Druhý směr je centrálně nervový.

Koncem minulého století vznesl Mosso na základě výzkumů provedených na člověku otázku o úloze nervového systému při únavě. Nedovedl se ovšem zcela osvobodit od humorálně periferního výkladu únavy a ukázal se ne dost důsledný v lokalizaci únavy.

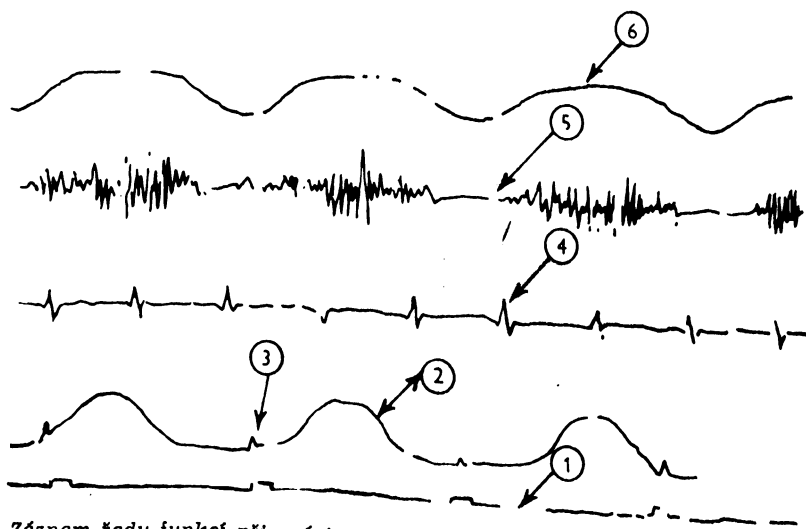
Velmi zřetelně formuloval své názory na původ únavy Sečenov. Podle jeho názorů se v první řadě unavují nikoli svaly, ale nervová centra. Únava nervových útvarů je přitom podmíněna změnou průčeschnosti samotných nervových buněk.

Následující výzkumy, dokončené v naší době, široce zdůvodňují centrálně korovou teorii únavy. Podle této teorie je při svalové únavě hlavním článkem mozková kůra.

Ovšem úplné odmítání úlohy periferie a těch procesů, které probíhají v pracujícím svalu, je sotva zdůvodněno. Ústředí i periferie se nacházejí v složitých vzájemných vztazích, vzájemně se ovlivňují.

Nervová ústředí vysílají na periférii pyramidovými cestami pohybové impulsy, ale projevují také trofický vliv, regulující úroveň výměnných procesů ve svalu. A tak při svalovém stáhu »bombarduje« nervovou buňku nepřetržitý proud impulsů z proprioceptorů i chemoreceptorů, což určuje společně s procesy probíhajícími v samotné buňce úroveň její průčeschnosti.

Současná fyziologie neodhalila ještě zcela původ únavy a bohužel nedala přesnou metodiku její diagnostiky. Naše úsilí se zaměřilo zvláště v posledním směru, který má pro pedagogiku prvořadý význam.



Obr. 5. Záznam řady funkcí při práci: 1 — záznam času, 2 — amplituda dřepů, 3 — záznam signálu metronomu, 4 — frekvence srdečních stahů, 5 — bioelektrická aktivita čtyřhlavého svalu stehenního, 6 — dýchání.

V tomto bádání jsme synchronně zapisovali frekvenci a hloubku dýchání, bioproudý svalů, frekvenci srdečních stahů i samotného pohybu v procesu jeho provedení. Předpokládali jsme, že současná registrace několika fyziologických funkcí umožní úplněji hodnotit nastávající fyziologické změny (obr. 5). Metodika, kterou jsme vypracovali, nám umožnila dostat dost přesné záznamy, jejichž analýzou jsme k těmto závěrům dospěli.

Pokud jde o srdeční stahy, jejich frekvence se přitom nejen nesnižuje, nýbrž i dále vzrůstá, patrně ve spojení se vznikajícím kyslíkovým dluhem. Tento stav je možno vysvětlovat jako nástup lability systému regulace a nadměrného napětí organismu. Dále se ukázalo, že diskoordinace mezi časovými charakteristikami práce a zkoumanými funkčními změnami u všech věkových skupin vzniká po 60—75 % vykonávané práce — až do krajnosti (obr. 6).

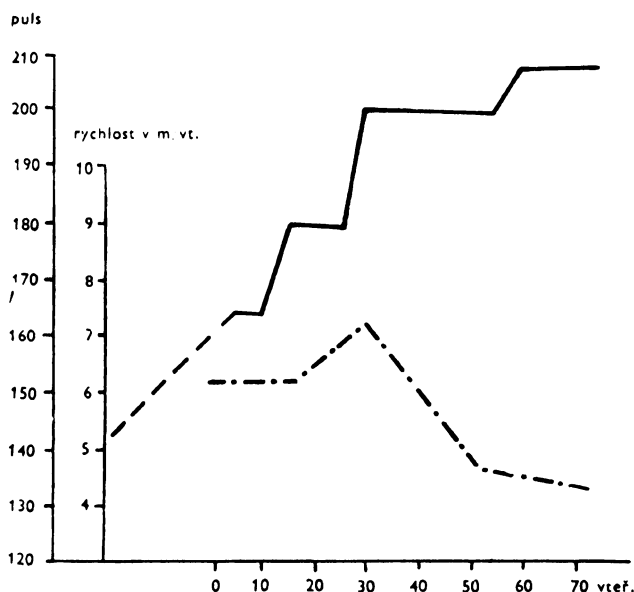
Ukázala se tak možnost diagnostiky únavy, zjištění hranic funkčních možností organismu i objektivního určení norem zatížení, adekvátních věku. Mimoto byl za tímž účelem vypracován způsob srovnání změn: doby obnovení funkcí jakožto kritérií funkčních možností. Byly doporučeny normy pro některé druhy sportu při školních spartakiádách a soutěžích žactva a dorostu, které byly přijaty příslušnými organizacemi. Část těchto výzkumů byla uvedena na Výstavě úspěchů národního hospodářství. Ústav i autoři byli vyznamenáni.

Obr. 6. Změna amplitudy dřepů, bioelektrické aktivity čtyřhlavého svalu stehenního a frekvence srdečních sáhů u 12letého chlapce.

Pokud jde o rozumovou prácešchopnost, snižují se nejvyšší ukazatele před vyučováním u žáků mladšího věku po uplynutí 1½ hodiny od začátku zaměstnání, u staršího věku po 3 hodinách; únava se jasně projevuje ve 4. a 5. hodině.

Zkoumání přípustných norem domácí přípravy na vyučování ukázalo, že prudké snížení prácešchopnosti, objevující se u mladších žáků za 1½ hodiny, u žáků 5.—7. třídy za 2 hodiny a u starších za 3 hodiny, signalizuje nezbytnost přerušit samostatnou domácí práci.

V souvislosti s tím nelze se nezastavit u otázky přetížení žáků, zvláště star-



Obr. 7. Změny frekvence srdečních srahů u 14letých chlapců na vzdálenost 400 m.

ších tříd, domácími úlohami. Je to tím vážnější, že přetížení nejenom záporně ovlivňuje stav zdraví, ale je i na překážku hlubokému a trvalému osvojení učiva.

Objevení se únavy při práci je normální fyziologický proces a nikterak nelze ještě hovořit o nezbytnosti přerušit práci. Signalizuje ji pouze jasně projevená únava, spojená se zřejmým poklesem prácešchopnosti. Osvojení vědomostí je rovněž spojeno s námahou, překonáváním obtíží. Boj s přetížením je bojem za odstranění nadměrného, nesprávného zatížení. Přetížení je podle mého názoru podmíněno těmito příčinami: nedokonalostí metodiky vyučování, což má za následek, že se základní učivo v hodinách neosvojuje a ukládá se domů, a přetížením učebního plánu, osnov a učebnic. Oborové komise a rovněž ústavy všeobecného a polytechnického vzdělání, psychologie, vývojové fyziologie a tělesné výchovy měly by komplexní práci řešit tuto již dávno aktuální otázku.

V z á v ě r u chci poukázat na dva problémy, které nyní poutají naši pozornost.

Prvý z nich bych nazval »zapamatování« funkcí. V posledních letech se hromadí materiál, na jehož základě lze hovořit o tom, že pro rozvoj a upevnění každé funkce existuje vlastní optimální období. V tomto období se právě nejlehčeji formují a trvale upevňují určité funkce, dovednosti a návyky. Jestliže se tato doba promešká, pak i když se s velkou námahou podaří osvojit ty či ony

dovednosti, nebývají zpravidla trvalé. Rozpracování toho problému může odhalit nové široké možnosti pro včasnou a účelnou organizaci výchovy a vyučování.

Druhým problémem, byť ne novým, ale velmi aktuálním, je věková periodizace. Periodizace dětí, existující v současné době a rozdělující je na věk jeslový, předškolní a školní, odráží jen existující organizační strukturu dětských zařízení. Před několika lety se školní věk počítal od 8 do 12 let a předškolní věk od 3 do 7 let. Po zavedení vyučování od 7 let se počítají k dětem školního věku už i sedmiletí a předškolní věk se zkrátil o jeden rok. V současné době se uvažuje o začátku školního vyučování v šesti letech. V případě kladného řešení by se předškolní věk zkrátil ještě o jeden rok a školní věk by začínal v šesti letech.

Řešení problému periodizace v ontogenezi, které považujeme za nezbytné, naráží tedy na velmi obtížnou otázku, jakou je správný výběr vhodných kritérií, která by měla být základem dělení individuálního vývoje organismu na jednotlivá věková období.

Máme již k dispozici některé morfologické, fyziologické a biochemické údaje, které by dovolily mít dostatečně pevné představy o typičnosti nebo specifčnosti konstelace nebo architektury formy a funkce v každém věkovém období a o přetváření jednoho systému konstelace v jiný při přechodu z jedné etapy ontogeneze v následující.

LITERATURA

1. Gusanova K. A.: *Sborník trudov Bakinskogo instituta ortopedii i vosstanovitělnoj chirurgii*. Baku 1958.
2. Markosjan A. A.: *Něrvnaja regulacija svertivanija krovi*. Moskva 1960.
3. Markosjan A. A. — Korol V. M.: *Kriterii funkcionalnych vozmožnostěj organizma dětěj i podrostopkov pri myšečnoj dějatělnosti*. Těor. Prakt. fiz. Kult. 1964, 6: 32—37.
4. Merton P. A.: J. Physiol. 1954, č. 3, Brit. Med. Bull. 1956 č. 12.
5. Monogarov V. D.: *Material plenuma komissii po fiziologii ssporta*. Moskva 1956.
6. Müller E. A.: Quart. J. Exper. Physiol. 1953, č. 4.
7. Samojlov A. F.: *Izbrannye statii i reči*. Moskva 1946.

Přeložil F. Pávek