INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ
TENTO PROJEKT JE SPOLUFINANCOVÁN EVROPSKÝM SOCIÁLNÍM FONDEM A STÁTNÍM ROZPOČTEM ČESKÉ REPUBLIKY.

ÚVOD DO OBECNÉ A VÝVOJOVÉ KINEZIOLOGIE

JANA VYSKOTOVÁ

PODPORA TERCIÁRNÍHO VZDĚLÁVÁNÍ
STUDENTŮ SE SPECIFICKÝMI
VZDĚLÁVACÍMI POTŘEBAMI
NA OSTRAVSKÉ UNIVERZITĚ V OSTRAVĚ

CZ.1.07/2.2.00/29.0006

OSTRAVA, ZÁŘÍ 2013

Studijní opora je jedním z výstupu projektu ESF OP VK.

Číslo Prioritní osy:	7.2
Oblast podpory:	7.2.2 – Vysokoškolské vzdělávání
Příjemce:	Ostravská univerzita v Ostravě
Název projektu:	Podpora terciárního vzdělávání studentů se specifickými vzdělávacími potřebami na Ostravské univerzitě v Ostravě
Registrační číslo projektu:	CZ.1.07/2.2.00/29.0006
Délka realizace:	6.2.2012 – 31.1.2015
Řešitel:	PhDr. Mgr. Martin Kaleja, Ph.D.

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.

Název: Úvod do obecné a vývojové kineziologie
Autor: Mgr. Jana Vyskotová, Ph.D.

Studijní opora k inovovanému předmětu: *Úvod do obecné a vývojové kineziologie*

Jazyková korektura nebyla provedena, za jazykovou stránku odpovídá autor.

Recenzent: *PhDr. Zdeňka Krhutová, Ph.D.*
Lékařská fakulta, Ostravská univerzita v Ostravě

© Jana Vyskotová
© Ostravská univerzita v Ostravě
ISBN 978-80-7464-420-7

OBSAH:

Úvod ... **6**

1 Úvod do problematiky ... **9**

1.1 Základní pojmy ... 10
1.2 Principy pohybu ... 12
1.3 Pasivní struktury pohybového systému ... 13
1.4 Aktivní struktury pohybového systému ... 14
Shrnutí kapitoly ... 19

2 Řízení pohybu ... **21**

2.1 Úvod do problematiky ... 22
2.2 Řízení pohybu na míšní úrovni ... 22
2.3 Řízení pohybu na subkortikální úrovni ... 29
2.4 Řízení pohybu na kortikální úrovni ... 35
2.5 Algoritmus řízení motoriky ... 37
Shrnutí kapitoly ... 38

3 Úvod do vývojové kineziologie ... **41**

3.1 Úvod do problematiky ... 41
3.2 Jednotlivá vývojová období vertikalizace ... 42
3.3 Vývoj jemné motoriky ... 47
3.4 Vývoj řečových funkcí ... 49
3.5 Vývoj zrakového vnímání ... 49
Shrnutí kapitoly ... 50

4 Viscerální motorika ... **53**

4.1 Úvod do problematiky ... 53
4.2 Respirační motorika ... 54
4.3 Patokineziologické aspekty ... 57
Shrnutí kapitoly ... 59

5 Posturálně-lokomoční motorika ... **61**

5.1 Základní pojmy ... 61
5.2 Posturální stabilita, rovnováha ... 65
5.3 Stoj ... 66
5.4 Lokomoce ... 68
5.5 Patokineziologie posturálně-lokomočních funkcí ... 73
Shrnutí kapitoly ... 78

6 Jemná motorika ... **81**

6.1 Základní pojmy ... 81
6.2 Manipulace ... 82
6.3 Další formy jemné motoriky ... 84
6.4 Řízení jemné motoriky ... 86
Shrnutí kapitoly ... 86

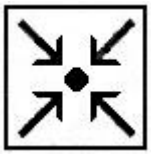
7 Komunikační motorika ... **89**

7.1 Verbální komunikace ... 89
7.2 Neverbální komunikace ... 92

7.3 Řízení jazykové komunikace 94
7.4 Poruchy komunikačních funkcí 95
Shrnutí kapitoly 97

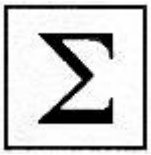
Vysvětlivky k používaným symbolům

Průvodce studiem – vstup autora do textu, specifický způsob kterým se studentem komunikuje, povzbuzuje jej, doplňuje text o další informace.



Příklad – objasnění nebo konkretizování problematiky na příkladu ze života, z praxe, ze společenské reality apod.

K zapamatování



Shrnutí – shrnutí předcházející látky, shrnutí kapitoly.

Literatura – použitá ve studijním materiálu, pro doplnění a rozšíření poznatků.

Kontrolní otázky a úkoly – prověřují, do jaké míry studující text a problematiku pochopil, zapamatoval si podstatné a důležité informace a zda je dokáže aplikovat při řešení problémů.

Úkoly k textu – je potřeba je splnit neprodleně, neboť pomáhají k dobrému zvládnutí následující látky.

Korespondenční úkoly – při jejich plnění postupuje studující podle pokynů s notnou dávkou vlastní iniciativy. Úkoly se průběžně evidují a hodnotí v průběhu celého kurzu.

Otázky k zamyšlení

Část pro zájemce – přináší látku a úkoly rozšiřující úroveň základního kurzu. Pasáže i úkoly jsou dobrovolné.

Úvod

Vážení studenti,

tato opora je určena studentům bakalářského studijního oboru fyzioterapie a ergoterapie. Cílem je získat poznatky nutné k pochopení základních principů fungování pohybového systému, jeho řízení, vývoje lidské motoriky, hierarchie motoriky, patokineziologie. Kineziologie jako teoretická věda poskytuje teoretické základy praktické kinezioterapii. Věřím, že Vám opora bude účinným pomocníkem při Vašem studiu a přípravě ke státní závěrečné zkoušce. Předpokladem úspěšného studia tohoto předmětu jsou předchozí získané znalosti z předmětů anatomie, fyziologie, biomechanika a rehabilitační propedeutika.

Tato opora však nemůže nahradit studium odborných knih, jejichž seznam najdete v doporučené literatuře. Najdete v ní pouze základní informace o probíraných tématech, které musíte studiem dalších zdrojů doplnit, abyste je mohli využít v kinezioterapeutické praxi.

K prostudování a splnění korespondenčních úkolů budete potřebovat asi 20 hodin. Jednotlivé symboly a marginálie použité v textu Vám mají zjednodušit orientaci v textu. Kontrolní otázky slouží jako zpětná vazba a kontrola porozumění prostudované problematiky. Doporučená literatura je určena k podrobnějšímu studiu dané oblasti.

Po prostudování textu budete znát:

- základní terminologii, používanou v kineziologii a příbuzných oborech,
- základní informace ve vztahu k lidské motorice,
- základní informace o vývojové kineziologii,
- základní informace o hierarchii pohybu a jednotlivých typech lidské motoriky,
- základní informace o patokineziologii.

Získáte:

- teoretické podklady pro porozumění terapeutickým postupům používaných ve fyzioterapii a ergoterapii.

1 Úvod do problematiky

V této kapitole se dozvíte:

- jaká terminologie se používá v kineziologii a patokineziologie.

Po jejím prostudování byste měli být schopni:

- vysvětlit obsah základních pojmů, používaných v kineziologii k popisu pohybového chování;
- objasnit vztahy mezi základními pojmy;
- charakterizovat principy pohybu.

Klíčová slova kapitoly: *kineziologie, pohyb, motorika, pohybové programy, postura, atituda, posturálně-lokomoční motorika, motorické učení.*

Průvodce studiem

V této kapitole se dozvíte, co je to kineziologie a jaké problematice se věnuje. Seznámíte se základní terminologií, užívanou fyzioterapeuty, ergoterapeuty a dalšími odborníky, popisujícími pohybové aktivity. Tento základ je velmi důležitý pro pochopení následujících kapitol, proto jí věnujte patřičnou pozornost.

Na zvládnutí této kapitoly budete potřebovat asi 2 hodin/y, tak se pohodlně usaďte a nenechte se nikým a ničím rušit.

Kineziologie (nauka o pohybu) je teoretická věda, zkoumající různé aspekty pohybu. Studuje pohybový projev z hlediska stavby, vývoje a fyziologie pohybové soustavy a mechanismů, které pohyb řídí a regulují. Slovo *kineziologie* je odvozeno z řeckých slov κίνηση (*kinesis*), tzn. *pohyb*, a λόγος (*logos*), tj. *slovo, řeč,* přeneseně *věda*. Kineziologické znalosti tvoří podklad pro praktické aplikace kinezioterapie. Zdůvodňuje vědecky podložené postupy lege artis, používané v praxi fyzioterapeutů a ergoterapeutů.

Dylevský (2007) nabízí následující **definici kineziologie**: *„Kineziologie je věda o biologických komponentách, aspektech a atributech pohybu v procesu vývoje a o vlivu pohybu na biologické struktury.“*

Poznatky z oblasti kineziologie jsou utříděny do specializovaných částí:

- **Obecná kineziologie** se zabývá strukturálním aspektem uspořádání pohybového systému a jeho řízení. Tvoří podklad pro ostatní hlediska zkoumání pohybového systému.
- **Vývojová kineziologie** se zabývá vývojem pohybových funkcí v průběhu ontogeneze.
- **Speciální kineziologie** se zabývá aspekty fyziologického fungování jednotlivých segmentů pohybového systému a jejich vzájemných vztahů.
- **Aplikovaná kineziologie** se zabývá aspekty pohybu z hlediska klinických případů, jednotlivých sportů, ergonomických řešení atd.
- **Patokineziologie** řeší patologické situace v pohybovém ústrojí.

1.1 Základní pojmy

Pohyb je základní projev života jedince. Probíhá podle fyziologických zákonů a je řízen záměrem sledujícím cíl nebo instinkt. Vychází z potřeb živého organismu a slouží k udržení jeho integrity ve vnějším prostředí.

Soubor účelových pohybů k zajištění pohybových funkcí člověka se nazývá **motorika (respirační, posturálně-lokomoční, jemná, komunikační)**.

Sled pohybů je seřazen do pohybových programů. **Pohybové programy** tvoří základní motorickou výbavu člověka. Jsou definovány cílem, účelem. Jedná se o účelovou organizaci pohybových vzorů. Některé jsou vrozené, jiné získané během života (prostřednictvím učení, zkušenosti).

Pohybové vzory jsou předlohy pohybu, uložené v CNS. Jsou geneticky naprogramované či získané motorickým učením v průběhu života. Klíčem k jejich spuštění je motivace a potřebný aferentní set frekvenčně zakódovaných informací o okolním světě a stavu vnitřního prostředí.

Motorické učení je proces získávání pohybových programů na podkladě geneticky fixovaných vzorů prostřednictvím zkoušení, napodobování, učení, opakování a tréninku.

Pohybová aktivita je soubor pohybových programů, umožňujících splnit záměr (cíl) této aktivity. Jedná se o běžné denní aktivity (sebeobsluha, hygiena, stravování atd.), pracovní aktivity (pohybové aktivity spojené s výkonem povolání) či volnočasové aktivity (pohybové aktivity spojené se zájmovými činnostmi – kulturní, sportovní pohybové aktivity).

K výkonu pohybových aktivit je nutná **strategie a taktika pohybu**. **Strategie** je definována cílem (účelem) pohybu. Zjednodušeně řečeno, ptáme se, CO se má udělat (máme někam dojít, máme zahrát na hudební nástroj, máme zazpívat, chceme se najíst atd.). **Taktika** je způsob, jakým provedeme požadovanou pohybovou aktivitu.

Pohybové sekvence představují malý pohybový úsek, který popisujeme.

Premotorická aktivita je časový úsek, ve kterém se rozhoduje o atitudě (nachystání organismu na pohybovou aktivitu). Pohyb se zařadí do kategorie *chtěný* či *nechtěný* (rozhoduje psychika). Ovlivňuje ji

- limbický systém,
- dřívější zkušenost,
- zevní a vnitřní prostředí,
- celkový stav nocicepce,
- opěrné body (reaktivní síla v místě opěrných bodů, systém rozložení opěrných bodů).

Na jejím řízení se podílí

- retikulární formace,
- limbický systém,
- bazální ganglia,
- kortex (mozková kůra),
- tractus corticospinalis (pyramidová dráha),
- mozeček.

Požadavky na pohybový výkon narážejí na limity organismu. Pohybová aktivita, která se nachází v možnostech organismu, může být prováděna optimálně, ekonomicky, nevzniká při ní stres tkání, nedochází k přetěžování

organismu. Existuje shoda mezi požadavky na pohybový systém a možnostmi organismu pohyb vykonat. Takový pohyb se označuje jako **fyziologický** (normální) **pohyb**. Fyziologické pohyby zkoumá **kineziologie**.

Existuje-li rozdíl mezi požadavky organismu na pohybovou aktivitu a možnostmi organismu tuto pohybovou aktivitu bez poškození vykonat, vzniká **tkáňový stres**. **Nefyziologický** (abnormální) **pohyb**" vede ke stresu, k rozporu mezi požadavky a možnostmi. Tyto pohyby a jejich příčiny zkoumá **patokineziologie**.

Ideální stav představuje statistickou normu, ke které se snažíme přiblížit. **Reálný stav** znamená skutečný klinický stav jedince. **Individuální norma** je charakterizována fyziologickým stavem pohybového aparátu individua. **Odchylky od individuální normy** vznikají na podkladě organické či funkční poruchy.

Náhradní programy – pokud je funkce určité funkční součásti pohybového systému oslabena nebo zcela vypadne, zvolí řídicí systém jiný postup tak, aby byl původní cíl splněn. Těmito náhradními programy mohou být **substituce** či **kompenzace**.

1.2 Principy pohybu

Lidský pohyb je charakterizován následujícími principy:

- **princip funkční jednoty** periferních a centrálních struktur hybného systému;
- **princip teleokineze** (pohybový projev je realizací pohybového záměru);
- **princip determinace** (pohyb je předurčen a spouštěn charakterem a výsledkem zpracování aference v CNS.

Oblasti motoriky: jednotlivé oblasti lidské motoriky jsou vzájemně provázané a hierarchicky uspořádané. V této opoře se budeme zabývat čtyřmi základními oblastmi:

- motorika zajišťující logistiku – viscerální motorika (např. respirační motorika),
- posturálně-lokomoční motorika (tzv. hrubá motorika),
- jemná (obratnostní) motorika,
- komunikační motorika.

Podklad tvoří logistická motorika, která má za úkol připravit organismus na tělesný výkon. Je potřeba přivést ke svalům dostatek zdrojů energie a odvést zplodiny metabolismu.

Komponenty pohybového systému: základní složky pohybového systému tvoří

- **opěrná složka** – je pasivní (kosti, klouby),
- **výkonná složka** – je aktivní (svaly),
- **řídicí složka** – nervový systém;
- **logistická složka** – zejména kardiovaskulární a respirační systém, lymfatický systém a další vnitřní systémy, podílející se na zásobování svalů a odvodu zplodin metabolismu.

1.3 Pasivní struktury pohybového systému

K pasivním strukturám pohybového systému patří kosti, klouby a šlachy.

Kosti jsou mineralizované struktury, vytvářející vnitřní konstrukci pohybového aparátu (kostru). Upínají se na ně kosti a svaly. Vznikají osifikací z vaziva nebo chrupavky.

Šlachy jsou tvořeny elastinovými a kolagenními vlákny. Kolagenová vlákna se mohou protáhnout zhruba o 10 % své klidové délky. Část vláken zarůstá do kostní tkáně, další vlákna se upínají do periostu, takže se tah svalu přenáší na poměrně velikou část kosti. **Hlavní funkcí šlach** z kineziologického hlediska je přenos síly z pracujícího svalu na kost, ukládání a uvolňování energie. Dostatečná pružnost šlach je důležitou podmínkou pro optimální funkci pracujících svalů. Velikost vyvinuté svalové síly záleží na:

- vzdálenosti úponu svalu od osy kloubu, ve kterém se provádí pohyb;

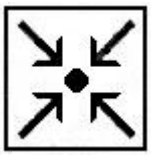
- na úhlu úponu šlachy vzhledem k podélné ose kosti. Tento úhel se během pohybu mění. Čím je tento úhel kolmější, tím větší sílu sval vyvine. Největší sílu sval vyvine, je-li tento úhel 90 °.

Klouby jsou struktury umožňující pohyb jednotlivých segmentů. Tvar a orientace kloubních ploch určuje maximální rozsah pohybu, počet směrů volnosti (počet os, kolem kterých se v daném kloubu děje pohyb).

1.4 Aktivní struktury pohybového systému

Aktivní struktury pohybového systému tvoří **svaly**. Svaly jsou tvořeny svalovými vlákny. Kolem jednotlivých kloubů jsou uspořádány ve skupinách, takže mohou na soustavy pák působit v různých směrech. Ve vztahu ke kloubům se rozlišují svaly jednokloubové a vícekloubové.

- **Jednokloubové svaly** vykonávají pohyb pouze v jednom kloubu, přes který přecházejí. Při kontrakci tyto svaly působí na obě kosti, na které se upínají. Je-li jedna kost fixována, přitahuje k ní sval druhou kost.
- **Vícekloubové svaly** přecházejí přes více kloubů. Pohybují tím kloubem, který je nejblíže ke svalovému úponu. V ostatních kloubech, které přecházejí, mají převážně pomocné a stabilizační funkce. Nemohou provést současně plný rozsah pohybu v jednom směru ve všech kloubech, které míjejí, protože by se musely smrštit o více než 50 % své délky. Tento jev se nazývá **aktivní svalová insuficience**. Rovněž nedovolují vykonat maximální pohyb v opačném směru. Tento jev se nazývá **pasivní svalová insuficience**.



Příklad aktivní svalové insuficience: při plné extenzi v kyčelním kloubu nelze plně flektovat kolenní kloub. Příklad pasivní svalové insuficience: při plné extenzi kolenního kloubu nelze v plném rozsahu flektovat kyčelní kloub.

Hlavní funkcí svalu je pohybovat daným kloubem pomocí vyprodukované svalové síly. **Svalová síla** je přímo úměrná velikosti průřezu svalového bříška, proto záleží na anatomickém uspořádání svalových vláken (zda je sval zpeřený). Sval může na 1 cm^2 vyvinout sílu 16–30 N.

Z hlediska **funkce** mají svaly dva úkoly: funkci stabilizační (posturální) a dynamickou (fázickou). Jedna z těchto dvou funkcí vždy převáží. Podle převažující funkce se svaly dělí na svaly posturální a fázické.

- **Posturální svaly** zajišťují polohu segmentů. Mají velkou výdrž a tendenci ke zkracování.
- **Fázické svaly** realizují pohyb jednotlivých segmentů, jsou rychleji unavitelné a mají tendenci k oslabování.

Mezi tonickými a fyzickými vlákny existují morfologické, anatomické a funkční rozdíly.

- **Tonická vlákna** (červená vlákna) – jsou oxidativní.
- **Fázická vlákna** (bílá vlákna) – jsou glykolytická.

Každý sval obsahuje v různém poměru oba typy těchto vláken (posturálních, fázických). S věkem se tento poměr mění.

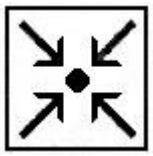
Skupina svalových vláken, inervovaná jedním motoneuronem, se nazývá **motorická jednotka**. Počet vláken v jedné motorické jednotce může být rozdílný a záleží na funkci svalu. Drobné svaly určené k přesným pohybům, např. okohybné svaly, mají malé motorické jednotky (okolo 10). Naopak velké svaly, které nevykonávají přesné pohyby, např. zádové svaly, obsahují velké motorické jednotky (až 2000 vláken). Svalová vlákna jedné motorické jednotky jsou uspořádána difusně ve větší části svalu. Toto uspořádání umožňuje motorickým jednotkám střídat se v aktivitě, takže kontrakce svalu působí na pohled hladce, bez třesu. Síla pracujícího svalu se zvětšuje **náborem motorických jednotek**. Ten probíhá jednak **prostorově** (zvyšováním počtu pracujících motorických jednotek), jednak **časově** (zvyšováním frekvence jejich zapojování). Při náboru motorických jednotek platí **Henemannovo pravidlo**, podle něhož při zvyšování síly svalu se motorické jednotky nabírají postupně od nejmenších k největším.

Kontrakce svalu může probíhat třemi způsoby:

- **Kontrakce koncentrická** způsobuje zkrácení délky svalu. Vnitřní svalová síla F_1 je větší než zevní síla F_2 ($F_1 > F_2$).
- **Kontrakce izometrická** nemění délku svalu, ale zvýší se svalové napětí. Vnitřní svalová síla F_1 a zevní síla F_2 jsou vyrovnané ($F_1 = F_2$).

- **Kontrakce excentrická** způsobuje prodloužení délky svalu. Vnitřní svalová síla F_1 je menší než zevní síla F_2 ($F_1 < F_2$).

Sval je tvořen kontraktilními myofibrilami. Při protažení má sval tendenci se vracet do své původní délky. Celková síla je součtem aktivní síly svalu a jeho klidové elastické síly. Dále platí, že rychlost izotonické kontrakce je tím menší, čím větší je zátěž. Maximální sílu sval vyvíjí při izometrické kontrakci. Maximální rychlost vyvíjí nezatížený sval. K optimalizaci pohybů přispívá fyziologická klidová výchozí délka svalů, ze které je možno dosahovat nejefektivnější kontrakce.



Konkrétní svaly mohou plnit při konkrétních pohybech různé funkce.

- **Agonisté** (hlavní svaly) jsou svaly působící a zahajující pohyb v jednom směru (flexe, extenze atd.). Svaly se mohou v různých fázích pohybu ve funkci agonisty střídat.
  Příklad: abdukci v ramenním kloubu zahajuje m. supraspinatus, ve 40 ° pokračuje m. deltoideus, nad 90 ° dokončuje m. trapézius.
- **Antagonisté** působí protichůdný pohyb (např. flexe – extenze).
- **Synergisté** (vedlejší svaly) se spoluúčastní na provedení určitého typu pohybu, pomáhají agonistovi.
- **Fixační svaly** znehybňují, stabilizují a fixují ty segmenty těla, které se při pohybu požadovaného segmentu nemají hýbat. Tímto způsobem je pohyb optimalizován, zefektivněn.
- **Neutralizační svaly** ruší svojí kontrakcí nežádoucí směr pohybu vyvolaný prací agonistů a synergistů.

Souhra agonistů a antagonistů stabilizuje požadovanou polohu těla a jeho segmentů. Hovoříme pak o **antigravitačních svalech**, stabilizujících vzpřímenou polohu těla.

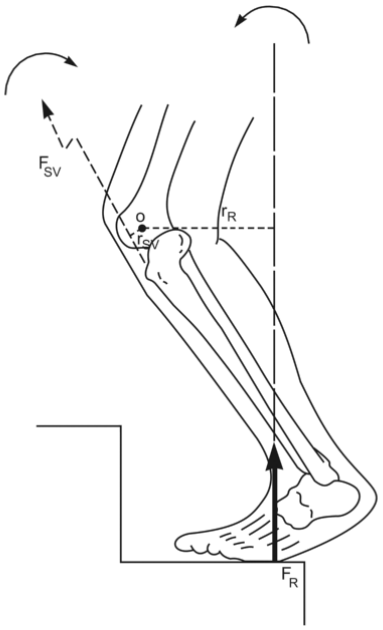
Stah svalu vyžaduje dodání energie, kterou přemění na práci. Energie je ve svalu nezbytná jak pro kontrakci, tak pro relaxaci svalové jednotky. Zdrojem této energie jsou energeticky bohaté organické sloučeniny fosforu, jež jsou produktem metabolismu tuků a sacharidů ve svalových buňkách. V klidu a při malé zátěži jsou hlavním substrátem pro jejich tvorbu volné mastné kyseliny. Se stoupající zátěží již nestačí a energie se začíná uvolňovat převážně ze

sacharidů. Při dostatečném přísunu kyslíku probíhá oxidace cukrů za uvolnění velkého množství energie až na úroveň vzniku oxidu uhličitého a vody. Hovoříme o aerobní glykolýze. Pokud není dodávka kyslíku dostatečná – svalová práce je příliš intenzivní, je potřebné množství energie dodáváno procesem anaerobního štěpení glukózy (proces probíhající bez přístupu a potřeby kyslíku) za vzniku kyseliny mléčné. Ta se uvolňuje do krevního oběhu, ale ve větší míře se hromadí ve svalech, kde působí autoregulačně. Při dosažení určité hladiny dojde k výraznému poklesu pH v buňkách a přestane se uvolňovat energie pro další svalovou práci. Po omezenou dobu však tento mechanismus umožňuje výrazné zvýšení intenzity svalové práce. Po skončení zátěže se nahromaděná kyselina mléčná ve svalových buňkách odbourává. Pro tuto činnost je nezbytný přísun dostatečného množství kyslíku. Jeho spotřeba je dána mírou energetické potřeby po dobu předchozí svalové činnosti, o kterou byla překročena možnost dodávky energie cestou aerobního štěpení glukózy. Této míře překročení říkáme kyslíkový dluh. Pro patřičné uhrazení kyslíkového dluhu je nezbytné zajištění dostatečného prokrvení namáhaných svalových skupin. Zajímavostí je, že při úplném vyčerpání všech zásob energie ve svalech dojde k extrémní ztuhlosti – rigiditě svalových vláken zvané rigor. Aktivita hladkých svalů tvořících zejména stěny vnitřních orgánů je výrazně pomalejší než aktivita svalů příčně pruhovaných a pro svou činnost nepotřebují nervový impuls. Hladké svaly jsou ovlivňovány autonomním nervovým systémem.

Pákový systém

Všechny lokálně spojené kosti v lidském těle si lze zjednodušeně představit jako pákový systém. **Osa otáčení** prochází kloubem a kosti tvoří ramena, na které působí síly. Za **rameno síly** považujeme vzdálenost úponu svalu od osy kloubu (fulkra). Na rameno břemene (q) působí tíhová síla. Rozeznáváme páky prvního, druhého a třetího stupně.

- **Páky prvního stupně** jsou *páky rovnováhy.* Obě ramena jsou stejně dlouhá. Příklad: pohyb v AO skloubení, extenze v koleni (viz obr. 1).
- **Páky druhého stupně** jsou *páky úspory.* Rameno síly je delší než rameno břemene. Příklad: pohyb v MTP kloubu palce.
- **Páky třetího stupně** jsou *páky síly a rychlosti.* Rameno síly je kratší než rameno břemene. Příklad: flexe v lokti.



Obr. 1 Páka třetího stupně

Legenda: F_{SV} – svalová síla, r_{SV} – rameno svalové síly, F_R – reakční síla, r_R – rameno reakční síly

Většina svalů pracuje v systému pák třetího stupně, kdy musí vyvinout poměrně velkou sílu k překonání zevních sil. Extrémně velké síly, které působí na přechod svalu ve šlachu, mohou být příčinou zranění těchto tkání.

Část pro zájemce

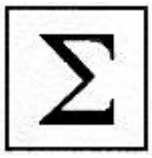
Vznik tendinopatií

Při dlouhodobém zatěžování šlach maximální kontrakcí svalů dochází k jejich poškození. Postižená šlacha ukazuje posun na křivce „tlak – deformace“ doprava, jako důsledek snížení pevnosti (tuhosti) šlachy. To má za následek, že se šlacha bude při dalším zatížení deformovat (prodlužovat) více a to i při působícím nižším zatížení. Z toho vyplývají následující funkční důsledky:

- *přenos síly je mnohem méně efektivní;*
- *myofibrily se musí mnohem více zkrátit, aby byly schopné vyvinout dostatečně velkou sílu nutnou k vykonání pohybu;*
- *trvá to déle, což má za následek zpoždění ve vykonání pohybového úkolu;*

- *změny v načasování aktivace svalů a změny v generování sil ve svalech mohou nepříznivě ovlivnit koordinaci jemné motoriky a rovnováhu, což je způsobeno prodlevou zpětně-vazebné reakce dané odchylky;*
- *snížení výkonu – reprodukce vysokoúrovňových dovedností (např. sprint, podání v tenise, švih při golfu), které se spoléhají na přesný rytmus vyplývající z přesného načasování a vytvoření síly.*

Shrnutí kapitoly



- **Kineziologie** (nauka o pohybu) je teoretická věda, zkoumající různé aspekty pohybu. **Obecná kineziologie** se zabývá strukturálním aspektem uspořádání pohybového systému a jeho řízení. Tvoří podklad pro ostatní hlediska zkoumání pohybového systému. **Vývojová kineziologie** se zabývá vývojem pohybových funkcí v průběhu ontogeneze. **Speciální kineziologie** se zabývá aspekty fyziologického fungování jednotlivých segmentů pohybového systému a jejich vzájemných vztahů. **Aplikovaná kineziologie** se zabývá aspekty pohybu z hlediska klinických případů, jednotlivých sportů, ergonomických řešení atd. **Patokineziologie** řeší patologické situace v pohybovém ústrojí.
- Čtyři základní vzájemně provázané oblasti motoriky tvoří respirační motorika, posturálně lokomoční motorika (hrubá motorika), jemná (obratnostní) motorika a komunikační motorika.
- Základní složky pohybového systému tvoří **opěrná složka** (kosti, klouby), **výkonná složka** (svaly), **řídicí složka** (nervový systém) a **logistická složka** (vnitřní systémy).

Kontrolní otázky a úkoly:

1. Definujte kineziologii. Jaké pododdíly kineziologie znáte?
2. Jak rozumíte pojmu *pohybová aktivita*?
3. Jak spolu souvisí jednotlivé typy lidské motoriky?Co víte o pasivních prvcích pohybového systému?
4. Jaké typy kontrakcí znáte? Vysvětlete jejich princip a uplatnění v praxi.
5. Vysvětlete princip aktivní a pasivní svalové insuficience.

Úkoly k textu

1. Zopakujte si znalosti o svalovém systému z fyziologie. Co si pamatujete o způsobu vzniku svalové kontrakce?
2. Zopakujte si znalosti o kloubech a svalech z anatomie. Jaké typy kloubů znáte?

Otázky k zamyšlení:

1. Jaký vztah máte k pohybu? Zkusili byste definovat svými slovy, co je *pohyb*?
2. Zamyslete se nad souhrou jednotlivých typů svalů při pohybové aktivitě výstupu na žebřík a česání jablek.
3. Zamyslete se nad příklady využití pákového systému v praxi. Co jste si zapamatovali ze základní a střední školy? Pomohly Vám tyto znalosti k řešení aplikací na lidský organismus?

Korespondenční úkoly

1. Zpracujte seminární práci, ve které uveďte:
   - příklady využití koncentrické, izometrické a excentrické kontrakce v praktickém životě;
   - příklady využití pákového systému lidského organismu v praxi.

   Seminární práci vložte do e-Learningového kurzu do prostředí Moodle Ostravské univerzity.

Citovaná a doporučená literatura

DYLEVSKÝ, Ivan. *Obecná kineziologie*. Praha: Grada, 2007. 190 s. ISBN 978-80-247-1649-7.

KOMPENDIUM: Řízení pohybu [online]. [cit. 2013-01-02]. Dostupné z: <http://biomech.ftvs.cuni.cz/pbpk/kompendium/kineziologie/propedeutika_rizeni.php>.

http://is.muni.cz/do/1451/e-learning/kineziologie/elportal/pages/kinematika_dynamika.html

2 Řízení pohybu

V této kapitole se dozvíte:

- jakým způsobem je organizováno řízení lidské motoriky;
- jak probíhá řízení pohybu na jednotlivých úrovních centrálního nervového systému.

Po jejím prostudování byste měli být schopni:

- vysvětlit principy řízení pohybu na jednotlivých úrovních CNS,
- charakterizovat jednotlivá řídicí centra,
- objasnit vzájemné vztahy mezi jednotlivými motorickými centry.

Klíčová slova kapitoly: *řízení pohybu, spinální úroveň, kmenová úroveň, podkorová úroveň, korová úroveň, spinální reflexy, motoneurony, retikulární formace, mozeček, hypothalamus, thalamus, bazální ganglia, limbický systém, motorická kůra.*

Průvodce studiem

V této kapitole se budeme zabývat jednotlivými aspekty řízení motoriky. Tyto poznatky jsou velmi důležité pro pochopení fungování pohybového systému. Vzhledem k závažnosti tématu se další poznatky dozvíte rovněž v předmětu Klinická neurofyziologie. Poznatky pak můžete propojit a využít v navazujících předmětech Kinezioterapie 1,2,3,4.

Na zvládnutí této kapitoly budete potřebovat asi 4 hodiny čistého času, tak se nesnažte vše zvládnout v jednom zátahu. Dělejte si přestávky, přemýšlejte o probraných informacích, zpracujte korespondenční úkol. Přeji vám radost z poznání a objevování podstaty lidského pohybu.

2.1 Úvod do problematiky

Řízení pohybu

Všechny funkční součásti pohybového systému jsou centrálně řízeny nervovým a endokrinním systémem na základě určitých programů, které volí a modifikuje podle aktuální situace.

Na řízení pohybu se podílejí tři základní řídicí úrovně motoriky:

- **úroveň spinální** – řízení motoneuronů,
- **úroveň subkortikální** – řízení ereismatické (podpůrné) a teleokinetické (účelové) motoriky,
- **úroveň kortikální** – řízení ideokinetické motoriky.

Jednotlivé úrovně nelze od sebe oddělit, jsou vzájemně propojené. Podléhají hierarchii, kdy úroveň kortikální je nadřízena nižším úrovním, ale současně je na ně odkázána.

2.2 Řízení pohybu na míšní úrovni

Řízení na míšní úrovni je reflexní. Podílí se na něm motoneurony, interneurony a vegetativní neurony.

- **Motoneurony** – jsou motorické nervové buňky. Těla motoneuronů leží v předních rozích míšních. Jedná se o výstupní výkonový systém motoriky. Rozlišujeme α-motoneurony (extrafuzální vlákna) a γ-motoneurony (intrafuzální vlákna).
- **Interneurony** – jsou vmezeřené nervové buňky. Jedná se o ovládací a aktivační systém motoneuronů. Mají spojení s oblastmi subkortikálními, kortikálními a periferními. Leží ve všech částech šedé míšní hmoty.
- **Vegetativní neurony** – nervové buňky řídicí logistiku.

V rámci spinálního systému se sekvenčně aktivují 3 úrovně:

1. **přípravný systém** (vegetativní systém) – zajišťuje úroveň logistiky;
2. **nastavovací systém** (gama systém) – nastavuje úroveň excitability motoneuronů;

3. **spouštěcí systém** (alfa systém) – aktivace motoneuronů.

Je proveden aktivní pohyb, který je kontrolován díky zpětnovazebné aferenci z periferie.

Úkoly míšního řízení: řízení míšních reflexů. Reflexy mohou ovlivňovat centrální motorické programy.

Míšní reflexy

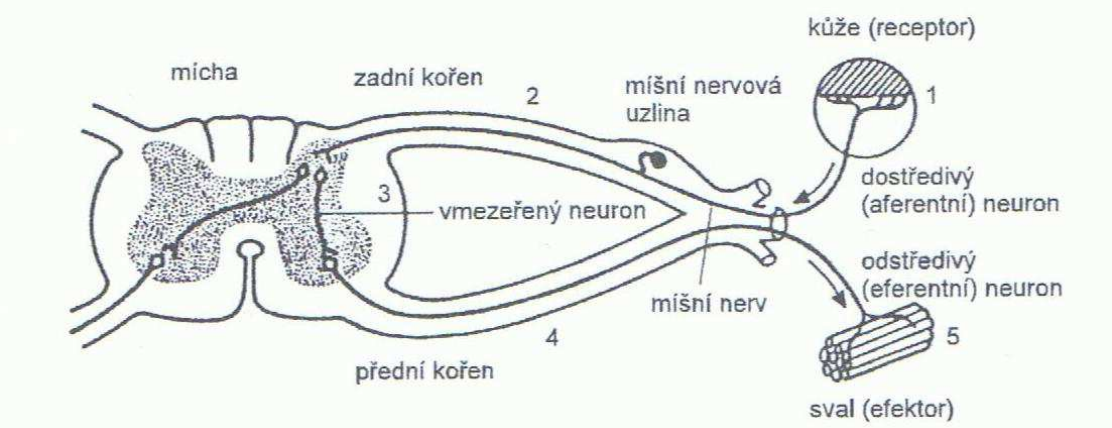
- **Reflexy proprioceptivní** (vlastní) – napínací (myotatický) a obrácený napínací reflex.
- **Exteroceptivní reflexy** – flexorový (obranný) reflex a extenzorový reflex.

Reflexy proprioceptivní

- Úkolem je regulovat nežádoucí změny v úrovni svalového tonu.
- Regulátorem je spinální α motoneuron, který reguluje kontraktilní aparát pracovního svalového vlákna.
- Regulovanou veličinou je délka svalového vlákna nebo jeho mechanické napětí, kterou registrují čidla (proprioreceptory) – **svalová vřeténka** nebo **šlachová tělíska**.
- **Svalová vřeténka** plní funkci komparátoru díky změnám jeho citlivosti vlivem α–γ koaktivaci.
- Komparátorem pro šlachová tělíska je spinální interneuron, řízený ze supraspinálních oblastí CNS.

Napínací reflex

- Jestliže je inervovaný kosterní sval pasivně natažen, stáhne se. Změnu délky svalu zaregistruje svalové vřeténko.
- **Reflexní oblouk**: senzorická vlákna vstupují zadními kořeny do míchy a vytvářejí zde monosynaptické excitační spojení s α-motoneurony téhož svalu a jeho synergistů. Axony motoneuronů jdou předními kořeny z míchy a končí nervosvalovými ploténkami na extrafuzálních vláknech těchto svalů (viz obr. 2).



Obr. 2 Reflexní oblouk (převzato z Trojan, 2005).
Legenda: 1 – receptor, 2 – aferentní dráha, 3 – centrum v míše, 4 – eferentní dráha, 5 – efektor

Reciproční inhibice: činnost jedné svalové skupiny je současně spojena s relaxací antagonistických svalů. Zajišťuje to mechanismus **reciproční inervace**: aferentní vlákno po vstupu do míchy vyšle excitační kolaterály k inhibičním interneuronům, které utlumí α-motoneurony antagonistických svalů.

Obrácený napínací reflex: Když dosáhne mechanické napětí protahovaného svalu kritické velikosti, kontrakce náhle ustane a sval relaxuje. Receptorem jsou Golgiho šlachové tělísko ve šlaše. Šlachová tělíska registrují svalové napětí. Senzorické vlákno Aα se přes inhibiční interneuron napojuje na α-motoneurony homonymního svalu a jeho synergistů a přes excitační interneuron na α motoneurony antagonistů.

Exteroceptivní reflexy se vybavují stimulací kožních algických nebo taktilních receptorů. Jde o reflexy polysynaptické a plurisegmentální. Slouží především k ochraně organismu před škodlivými vlivy.

Podle charakteru podnětu se receptory dělí na:

- **mechanoreceptory** – informují o mechanických změnách, např. receptory dotyku; svalová vřeténka atd.;
- **chemoreceptory** – reagují na chemické látky (čichové buňky nosní sliznice, chuťové pohárky, receptory reagující na změny parciálního tlaku kyslíku atd.;

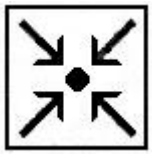
- **baroreceptory** – informují o změnách tlaku (karotický sinus);
- **termoreceptory** – informují o teplotě a chladu (v hypotalamu, v kůži);
- **receptory citlivé na elektromagnetické vlnění** (fotoreceptory sítnice);
- **nociceptory** – receptory vnímající poškození tkáně. Nejsou specializované a jejich stimulace bývá doprovázena negativním afektem.

Receptory lze rovněž rozdělit podle toho, zda přicházejí ze zevního nebo vnitřního **prostředí**:

- **exteroreceptory** – přijímají podněty z okolního prostředí;
- **telereceptory –** přijímají informace ze vzdálených zdrojů, mezi zdrojem a přijímačem je jistá vzdálenost (smysly – zrak, sluch, čich);
- **receptory kožní citlivosti** – exteroreceptory kůže (dotyk, tlak, bolest, teplo a chlad);
- **interoreceptory** – přijímají podněty z vnitřního prostředí organismu;
- **mechanoreceptory** – **proprioreceptory** (svalová vřeténka, Golgiho šlachová tělíska, receptory v kloubech a tíhových váčcích atd.) poskytují informace týkající se stavu, pohybu a napětí pohybové soustavy
- **receptory informující o vlastnostech vnitřního prostředí** (hladina kyslíku, CO_2, glukózy v krvi, tlak a objem krve, osmotické poměry atd.).

Adaptace citlivosti receptorů je důsledkem vlastností dráždivé membrány a důsledkem dalšího zapojení neuronů, které informaci přenášejí. Některé receptory vykazují konstantní vzruchovou aktivitu po celou dobu působení podnětu, naopak u jiných receptorů je frekvence akčního potenciálu nejvyšší na počátku působení podnětu a pak postupně klesá, tj. receptor se adaptuje na podnět. Některé receptory se prakticky neadaptují (např. svalová vřeténka), jiné se adaptují středně rychle (čichové receptory), další se adaptují velmi rychle (např. taktilní receptory nebo receptory sítnice).

V receptorech dochází ke **kódování informací** o modalitě podnětu, o jeho intenzitě, prostorovém působení a o době trvání.

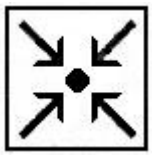


Modalita podnětu – podle toho, který druh receptoru zareaguje na daný podnět, rozezná CNS tzv. modalitu.

Příklad: molekuly určité látky vnímáme čichovými buňkami nosní sliznice, nebo chuťovými pohárky v dutině ústní, zvuk pomocí vlasových buněk vnitřního ucha, světlo pomocí receptorů sítnice, napětí svalů pomocí svalových vřetének, koncentraci kyslíku v krvi pomoci karotických a aortálních chemoreceptorů atd.

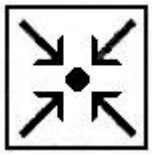
Intenzita podnětu – různě intenzivní podněty vyvolávají různě velký generátorový potenciál. Při určité hodnotě generátorového potenciálu (tzv. **prahový podnět**) je vyvolán akční potenciál (**zákon „vše nebo nic“**). Podnětem určitého typu může být dážděno více receptorů stejného typu. To rovněž poskytuje CNS informace o intenzitě podnětu.

Prostorové působení podnětu – je dáno počtem podrážděných receptorů stejného druhu a rozdílem v intenzitách dráždění jednotlivých receptorů.



Příklad: při podráždění tlakových receptorů budou nejvíce podrážděny receptory ležící v centru tlaku. Směrem k periferii bude počet akčních potenciálů klesat vlivem snižujícího se tlaku a v místech, kde je již deformace zanedbatelná, se receptory nedráždí. Čím větší je tlak, tím větší plocha vysílá akční potenciály.

Trvání podnětu – u receptorů, které se neadaptují, se shoduje doba působení podnětu s dobou produkce akčních potenciálů drážděného receptoru. U receptorů adaptujících se na podnět se registruje začátek působení podnětu (zapnutí) a ukončení působení daného podnětu (vypnutí). Tento děj umožňují složité soustavy neuronů a nikoliv samotný receptor (např. reakce nervových buněk sítnice, nikoliv jen fotoreceptorů).



Příklad: dotykový vjem se moduluje již v kožním receptoru, dále v systému míšním a přes modifikaci talamickou a temenní kortikální vstupuje do vědomí.

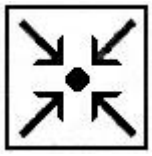
Senzorická jednotka (receptorové pole) je oblast, která je senzoricky inervována jedním neuronem. Tvoří ji všechny receptory, které konvergují svoji neuronální aktivitu prostřednictvím aferentních kolaterál na jeden senzorický axon jednoho senzorického neuronu. Na jeden neuron může

konvergovat receptorová aktivita až z několika tisíc receptorů (je charakterizována nízkou schopností rozlišení bodového podnětu), nebo na jeden neuron může přicházet informace jen z jednoho receptoru (vysoká schopnost rozlišení bodového podnětu). Inervační oblasti senzorických jednotek se obvykle překrývají.

Princip konvergence a divergence představuje nejjednodušší formu vztahů mezi neurony. V případě **divergence** mohou nastat dva případy:

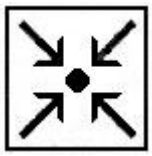
- terminály axonu nasedají na stejný postsynaptický neuron → divergence je využita k zesílení postsynaptické elektrické odpovědi formou **prostorové sumace**;
- terminály končí na několika neuronech → dochází k rozšíření podráždění na více neuronů (**iradiace**).

V případě **konvergence** se sbíhají signály z několika až několika tisíc presynaptických elementů na jeden postsynaptický neuron.



Příklad: vlivem konvergence může jeden motoneuron, který inervuje svalová vlákna, integrovat informace z dalších funkčních oblastí. Tím vzniká kvalitativně odlišná, nová informace vyššího řádu, která vznikla sečtením individuálních příspěvků jednotlivých presynaptických vláken a je výsledkem jejich logického zpracování cestou neuronální integrace.

Facilitace je zvláštním případem prostorové sumace, která usnadní (proklestí) přenos informace. Vzruchy formou akčního potenciálu putují do excitační synapse. Převod v dané synapsi se děje v poměru 10:1 (tzn., do presynaptického neuritu musí doputovat ve vhodně krátkém časovém úseku v důsledku časové sumace 10 akčních potenciálů, aby postsynaptický neurit odpověděl jedním vzruchem). Cílem facilitace je dosáhnout poměru 1:1.



Příklad: jestliže přidáme dráždění dalšího presynaptického vlákna takovou frekvencí, že v místě iniciálního segmentu postsynaptického neuritu bude těsně podprahová depolarizace, stačí původnímu neuritu přivést do synapse jeden akční potenciál, aby vznikla prahová depolarizace a odstartoval akční potenciál v místě iniciálního segmentu. Tím vzroste prostupnost spoje. Takovéto uspořádání zaručuje rychlou a nezkreslenou dopravu přes celou řadu synaptických spojení.

K facilitaci využíváme nejrůznější podněty – od nastavení polohy segmentu, přes využití tření, vibrací, zrakové podněty, čichové vjemy, sluchové podněty atd.

Inhibice postsynaptická – na neuron působí kromě vzruchů z vlákna zakončeného excitační synapsí také inhibiční synapse dalších nervových vláken. Pokud se díky jejich vlivu postsynaptická membrána hyperpolarizuje, znevýhodní se převod vzruchů z vlákna zakončeného excitační synapsí (tzn., že jejich aktivitou výrazně klesá prostupnost synaptického spojení). To se projeví tím, že je potřeba větší množství akčních potenciálů přivedených do presynaptického neuritu, aby postsynaptický neurit odpověděl akčním potenciálem. Protože synapse, která blokuje (inhibuje) přestup informace, leží za danou synapsí sledovaného neuronu, hovoříme o **postsynaptické inhibici**.

Inhibice presynaptická – uspořádání nervových vláken, které snižuje efektivitu excitační synapse ještě před napojením na postsynaptický neuron (přestupu informace je zabráněno ještě před synapsí sledované dráhy). Na sledované vlákno nasedá inhibiční vlákno. Pokud po něm přitékají vzruchy, způsobuje uvolňovaný mediátor změnu vlastností povrchové membrány ovlivňovaného vlákna, což se projeví jako protrahovaná depolarizace. Ta vyvolává refrakteritu tohoto úseku, takže vzruchy tímto úsekem procházejí obtížně nebo vůbec. Existují i jiné mechanismy presynaptická inhibice – např. tzv. synapse v synapsi, založená na principu redukování množství uvolněného mediátoru díky menší amplitudě akčního potenciálu vlivem předem depolarizované membrány. Menší množství mediátoru pak vyvolá nižší depolarizaci postsynaptické membrány.

Inhibiční zapojení (presynaptické, postsynaptické) je velmi důležitý organizační prvek uspořádání v neuronálních sítích. Důležitou roli zde hrají **zpětnovazebné okruhy**. Zpětná vazba chrání motoneuron před nepřiměřeně vysokou aktivitou. Pokud by motoneuron produkoval nepřiměřeně vysokou frekvenci akčních potenciálů, ocitl by se sval v dlouhodobé, metabolicky nevýhodné kontrakci. Axon motorického neuronu vydává kolaterálu k inhibiční buňce (Renshawova buňka), ležící rovněž v předním rohu míšním. Při určité frekvenci akčních potenciálů způsobují excitační synapse kolaterály

axonu motoneuronu depolarizaci povrchové membrány inhibiční buňky, ta začne produkovat na svém neuritu akční potenciály, které v inhibiční synapsi na motoneuronu vyvolávají hyperpolarizaci. Tím se sníží frekvence akčních potenciálů.

Jiným mechanismem je princip **reciproční inervace**. Do CNS vstupuje informace, která se mechanismem divergence rozšíří do dvou drah. Informace v jedné skupině motoneuronů vyvolá vznik akčních potenciálů, zatímco v druhé skupině vyvolá útlum. Aferentní informace, nesená akčními potenciály, dorazí přímo do excitační synapse příslušného motoneuronu agonistů, zatímco kolaterála tohoto vlákna končí excitační synapsí na inhibiční buňce (interneuronu), která reaguje vzruchovou aktivitou způsobující na motoneuronu antagonistů inhibici.

Vhodným uspořádáním neuronů zapojených v uzavřenou smyčku může informace putující jednou drahou odbočit kolaterálou do druhého okruhu a po určité době se vrátit do výchozího místa. Při vhodných podmínkách (facilitace v okruhu) může informace v podobě kroužících akčních potenciálů, značně dlouhou dobu setrvávat v tomto okruhu. Tomuto uspořádání neuronů se říká **reverberační okruh**. Ten umožňuje uchovat informace (paměť), prodloužit působení podnětu, jehož vlastní trvání je krátké.

2.3 Řízení pohybu na subkortikální úrovni

Mezistupněm mezi míšní a korovou úrovní řízení pohybu je poměrně různorodá úroveň subkortikální, zahrnující fylogeneticky nejstarší řídicí struktury mozku, související s logistikou, obrannými reakcemi, pudy a emocemi.

Úkol:

- cílená mimovolní motorika (např. pohyby spojené s příjmem potravy, obranou, automatické pohyby očí a hlavy za vizuálním podnětem, lokomoce);

- ochrana před poškozováním organismu (nociceptivní somatomotorický blokující efekt);
- synchronizace, programování, taktika, organizace;
- strnulé pohybové chování.

2.3.1 Mozkový kmen

Mozkový kmen tvoří prodloužená mícha, Varolův most a mezimozek. Jsou zde uložena

- jádra hlavových nervů,
- retikulární formace,
- kardiovaskulární a respirační centrum,
- **mesencefalická lokomoční oblast** – generátor lokomočního pohybu, určuje charakter lokomoce (chůze, běh, cval).

Úkoly mozkového kmene:

- řízení hrubé motoriky;
- podíl na řízení svalového tonu;
- podíl na řízení koordinace autonomního, endokrinního a somatického systému (např. zvracení, polykání, kašel atd.);
- percepce bolesti (analgetický systém mozku);
- podíl na regulování bdělého stavu a na udržování určité úrovně excitace nezbytné pro činnost korových center.

Prodloužená mícha je nejkaudálněji uložená část kmene. Kříží se zde pyramidové dráhy v **decussatio pyramidum** a jsou zde uložena jádra IX.– XII. hlavového nervu (n. glossopharyngeus, n. vagus, n. accessorius, n. hypoglossus). Souhrnně s jádry retikulární formace reguluje dýchání, činnost srdce a cév, podílí se na příjmu potravy (polykání, žvýkání). Zajišťuje nepodmíněné obranné reflexy, spojené s dýcháním (kašel, kýchání, apnoe) či trávením (zvracení). Spoluúčastní se udržování tělesné rovnováhy, posturálních reflexů a řízení svalového tonu.

Varolův most navazuje na prodlouženou míchu. Jsou zde uložena jádra V., VI., VII. a VIII. hlavového nervu (n. trigeminus, n. abducens, n. facialis, n.

vestibulocochlearis). Zajišťuje regulaci dýchání a některé nepodmíněné reflexy, spojené s motorikou oči (rohovkový reflex, okulokardiální reflex) a artikulací (artikulační reflexy).

Střední mozek zahrnuje tři funkčně odlišné části – tectum, tegmentum a crura cerebri.

- **Tectum** tvoří **lamina tecti**, na které se nacházejí dva páry hrbolků (colliculi superiores a inferiores). Lamina je centrem strážného reflexu (úlekové reakce), vyvolaného náhlými zrakovými či sluchovými podněty. **Colliculi superiores** jsou zapojeny do systému zrakových drah a řídí nepodmíněné zrakové reflexy (pohyb očí, hlavy a těla za světelnými podněty). **Colliculi inferiores** jsou zapojeny do systému sluchových drah a řídí nepodmíněné sluchové reflexy (natočení uší pohybem hlavy a těla za zvukovými podněty).
- **Tegmentum** obsahuje jádra III. (n. oculomotorius) a IV. (n. trochlearis) okohybného hlavového nervu a specifická jádra šedé hmoty, např. **nucleus ruber** (podílí se na koordinaci a kontrole pohybů), **substantia nigra** (je hlavní součástí dopaminergního systému, dopamin je odsud transportován do bazálních ganglií). Dále řídí **zornicový reflex** a **vzpřimovací reflex**.

Retikulární formace je tvořena jádry šedé hmoty, vzájemně propojenými polysynaptickými drahami, procházejícími celým mozkovým kmenem a spojujícími míšní oblasti s thalamem a mozkovou kůrou. Je zde uloženo centrum dechové, regulující tlak, srdeční činnost, funkce vegetativní trávicí a endokrinní. Sehrává při aktivaci vědomí důležitou roli kontrolního a koordinujícího činitele ve vztahu k četným viscerálním funkcím (mj. spánku, úrovni vzrušení, pozornosti). Dělíme ji na ascendentní a descendentní systém.

- **Ascendentní systém** prochází mozkovým kmenem do thalamu, hypotalamu a mozkové kůry. Jeho úkolem je zajišťovat probouzení ze spánku a udržovat bdělý stav.
- **Descendentní systém** směřuje do míchy. Má dvě části: **inhibiční část** je uložena ventromediálně a jejím úkolem je útlum úmyslných pohybů tlumením míšních reflexů. **Facilitační část** je uložena laterodorzálně

a zesiluje míšní reflexy (zvyšuje tonus antigravitačních svalů). Cílem je udržení vzpřímeného postoje a polohy těla.

Funkce retikulární formace:

- řízení svalového napětí, je součástí gama systému;
- podílí se na řízení vegetativních reakcí;
- řídí stavy bdění a spánku;
- má vliv na formování podmíněných reflexů;
- řídí tok senzorických informací do vyšších center.

Nocicepce

Do integračních mozkových center subkortexu jsou vedeny nociceptivní informace. Zde se vytváří opatření k ochraně tkáně. Fyziologický průběh pohybu je změněn v průběh patologický. Mění se napětí ve svalech tak, aby byl segment ochráněn před jejich nyní nežádoucí aktivitou (artrotendomyotická reakce). Současně se objevuje bolest jako signál o poškozování segmentu, aby byl organismus podnícen aktivně se účastnit na ochraně. Tyto reakce mají ochrannou funkci. Cílem je zabránit dalšímu poškození tkáně.

2.3.2 Mozeček

Mozeček je uložen v zadní jámě lební za mozkovým kmenem, se kterým je spojen pomocí pedunculi cerebelli

- **Vestibulární část** (archicerebellum) se podílí na udržování vzpřímené polohy těla při stoji a chůzi a řízení automatických očních pohybů (vestibulocerebellární reflexy).
- **Spinální mozeček** (paleocerebellum) slouží jako komparátor k porovnání zamýšleného pohybu s jeho reálným prováděním a má schopnost předurčovat časový průběh pohybu.
- **Cerebrální mozeček** (neocerebellum) se spolu s mozkovou kůrou a bazálními ganglii účastní plánování a programování volních pohybů. Spoje dolní olivy a mozečku hrají důležitou roli v motorickém učení.

2.3.3 Bazální ganglia

Bazální ganglia (nuclei basales) jsou součástí koncového mozku. Patří k nim **nucleus caudatus a nucleus lentiformis** (složeno z putamen a globus pallidus). Fylogeneticky starší je **paleostriatum**, které reguluje svalové napětí. Patří k němu **globus pallidus (pallidum)**. **Neostriatum** je fylogeneticky mladší, podílí se na řízení celkových pohybů. Patří k němu **nucleus caudatus** a **putamen**. Funkčně se k bazálním gangliím řadí i **nucleus subthalamicus Luysi**, **substantia nigra** a **nucleus ruber**, ležící ve středním mozku. Podílejí se na plánování a programování cílených úmyslných pohybů. Zabezpečují převod plánu pohybu do programu. Mají tlumivý vliv na korové i podkorové motorické funkce, potlačují nežádoucí pohybové aktivity. Tlumí aktivitu neuronů mozkové kůry, retikulární formace a míchy, modulují signály z kůry prostřednictvím mediátorů (dopaminu, serotoninu, noradrenalinu, acetylcholinu a peptidů). Impulzy z bazálních ganglií jsou časoprostorově uspořádané a určují parametry pohybu (směr, sílu, rychlost a amplitudu pohybu).

2.3.4 Mezimozek

Mezimozek (**Diencephalon)** tvoří thalamus a hypotalamus. Jsou párové a obsahují více než 50 jader.

- **Thalamus** – je tvořen šedou hmotou uspořádanou do jader. Kontroluje, přepojuje a moduluje senzitivní vzruchy jdoucí do kůry (mj. percepce bolesti).
- **Hypothalamus** – řídí vegetativní funkce organismu. Řídí infrastrukturu (regulace cév aktivních orgánových systémů a humorální, resp. hormonální rámcové podmínky). Produkuje dva hormony (antidiuretický hormon – vazopresin, a oxytocin). Řídí tvorbu a sekreci hormonů adenohypofysy. Kontroluje homeostázu (koordinovaný zásah ANS, endokrinních žláz a určitých vzorců chování). Podílí se na udržování cirkadianních rytmů (střídání spánku a bdění).

2.3.5 Limbický systém

Limbický systém představuje emoční motorický systém. Zahrnuje struktury předního mozku, hypothalamu a část středního mozku. Je spojen s visceromotorickým systémem. Vzniká zde popud k pohybu. Zodpovídá za druhově typické způsoby chování, emocionální potřeby vztažené na biologické pudy, učení v důsledku zkušeností a náhledu, percepci bolesti. Účastní se na procesech krátkodobé paměti. Podílí se na smyslovém vnímání a jeho vyhodnocování.

- **Limbická korová oblast** obsahuje
  - **neokortikální pole** – gyrus subcallosus, gyrus cinguli, gyrus parahippocampalis,
  - **mezokortikální (přechodné) pole** – entorhinální a perirhinální korová oblast, praesubiculum,
  - **archikortikální pole** – **hippokampální formace** (subiculum, hippocampus, gyrus dentatus),
  - **paleokortikální pole** – čichová korová oblast.
- **Limbické podkorové struktury** tvoří:
  - amygdala,
  - septum verum,
  - velká část hypotalamu,
  - jádra thalamu,
  - jádra habenuly (epithalamus),
  - některá jádra retikulární formace,
  - striatum a pallidum ventrale.

- **Cingulární korová oblast** je spojena s asociačními oblastmi temporálního, parietálního a frontálního laloku a projikuje i do mozečku, striata a thalamu. Jeho součástí je svazek vláken zvaný **cingulum**, který je součástí Papezova okruhu. Přední cingulární oblast se orientuje na emoční reakce, zadní na verbální paměť a prostorovou orientaci.
- **Gyrus parahippocampalis** – jeho úkolem je prostorová paměť a orientace a schopnost rozlišit a rozpoznat objekty.

- **Hippocampus** je centrum paměti. Koordinuje ukládání senzorických a emočních zážitků. Podílí se na prostorové navigaci.
- **Amygdala** je soubor šedých jader na spodní straně uncus gyri parahippocampalis, vývojově patřících k bazálním gangliím, ale funkčně k limbickému systému. Má bohaté spoje s thalamem, hypotalamem, mozkovým kmenem a mozkovou kůrou. Tvoří součást obranného mechanismu (hodnotí nebezpečnost přibližujících se objektů), rozhoduje o pozitivním či negativním charakteru daného vjemu.

2.4 Řízení pohybu na kortikální úrovni

Kortex zajišťuje především udržení obsahu vědomí a zajišťuje jeho koordinaci a integritu. Na regulaci bdělého stavu se podílí rovněž limbický systém a příslušné kortikální oblasti (mj. oblast temporálního laloku, orbitofrontální kůra atd.). Všechny hlavní části tohoto aparátu jsou vzájemně propojeny systémy zpětnovazebné regulace (např. jedna z hlavních částí limbického systému, hippocampus, má inhibiční vliv na retikulární formaci a ta vykonává zase kontrolu nad aktivitou hippocampu). Jde tedy o složitý a vzájemně propojený systém.

Úkoly mozkové kůry:

- řízení volní motoriky (programování a realizace cílených pohybů);
- plánování, strategie, syntéza;
- vědomé spolupůsobení jedince;
- aktivace odpovídající autonomní odezvy s cílem připravit vnitřní prostředí organismu na zvýšené metabolické nároky pracujících svalů;
- zprostředkování vegetativního doprovodu emotivních stavů.
- volní kontrola některých vegetativních dějů (močení, defekace).

Na řízení pohybu se v této etáži podílí přední parietální korová oblast, zadní parietální (asociační) oblast, prefrontální korová oblast, doplňková

(suplementární) motorická oblast, premotorická korová oblast, primární motorická korová oblast.

- **Přední parietální korová oblast** se nachází v gyrus postcentralis (primární somatosenzorická kůra). Přijímá a zpracovává informace přicházející z povrchu kontralaterální poloviny těla. Dekóduje somatosenzorické informace a přeměňuje je v nejjednodušší smyslový vjem zvaný počitek. Nachází se zde mapa tělesného povrchu. Má význam pro přesnější rozlišení kvality, intenzity a lokalizace bolestivých podnětů.
- **Zadní parietální (asociační) oblast** má na starost výběr a zpracování informací k provedení úmyslného pohybu. Důležitý je reciproční spoj s limbickým systémem (ve spolupráci s motivačními centry v limbickém systému generuje takový vzorec chování, který směřuje pozornost organismu na somatosenzorický podnět působící na povrch těla).
- **Prefrontální korová oblast** zajišťuje vypracování plánu pohybu.
- **Doplňková (suplementární) motorická oblast** se podílí na programování vzorců úmyslných pohybů.
- **Premotorická korová oblast** vydává impulzy k zahájení počáteční fáze úmyslného pohybu a kontrole pletencového a axiálního svalstva.
- **Primární motorická korová oblast** řídí přesné cílené pohyby akrálních částí končetin, zvláště rukou a prstů.

Informace, které proniknou do vědomí, mají určitou **modalitu** (obecnější kategorie čití), např. barvu, chuť atd. Tyto modality lze dále klasifikovat, tzn., že lze určovat různé kvality jednotlivých modalit. Např. barva může být červená, žlutá či modrá, chuť může být kyselá, slaná, sladká či hořká atd. Tyto informace mohou mít charakter elementární nebo komplexnější. Nejjednodušší elementární senzorické informace se označují jako **počitky**. Odráží jednotlivé vlastnosti uvědomovaného objektu (např. tvrdost, barvu, chuť), ne objekt jako celek. Složitou činností CNS se ve vědomí zobrazují celky objektu, které se označují **vjemy**. Ty mohou být sestaveny z počitků jedné kvality nebo z počitků různých kvalit a modalit.

2.5 Algoritmus řízení motoriky

Primární popud vychází z motivačních ústředí CNS, tj. ze struktur, které mají vztah k limbickému systému. Požadavky limbického systému jsou analyzovány a integrovány do idey asociačním kortexem (prefrontální, parietální a temporální laloky). **Idea** se promítá do senzomotorické kůry, mozečku, bazálních ganglií a asociačních subkortikálních jader, kde vznikne program k provedení pohybu.

Přípravnou fázi úmyslného pohybu tvoří **senzorická analýza** prostředí, vypracování plánu a programu pohybu. Prostorové souřadnice nazíraných objektů jsou transformovány ze senzorického do motorického systému, kde je na jejich základě určena **strategie** dosažení cíle. Je vypracován konkrétní **program** pohybu, tj. jsou určeny sekvence, doby trvání a intenzity kontrakcí všech svalů nutných k provedení cíleného pohybu, k zajištění postury a pohybů očí a hlavy.

Programování zahrnuje porovnání idey s možnostmi organismu a vzorcem svalové aktivity blízké pro zamýšlený pohyb. Podílejí se na něm asociační kortex, motorický kortex, bazální ganglia a mozeček. Výsledkem programování je **centrální příkaz**.

Účast oblastí:

- **Zadní parietální (asociační) oblast** uskutečňuje výběr a zpracování vhodné senzorické informace nutné ke zdárnému provedení úmyslného pohybu.
- **Prefrontální korová oblast** se účastní na vypracování plánu pohybu.
- **Doplňková motorická korová oblast** se uplatňuje při programování vzorců úmyslných pohybů.

Centrální příkaz je převeden do nižších center – do Varolova mostu a spinální míchy. Zde dochází k porovnání s aferentními signály. V podobě zpětné vazby se vrací informace do suprasegmentálních center. Centrální příkaz zahajuje **realizační fázi pohybu**.

Realizační fáze pohybu zahrnuje aktivaci těch motoneuronů, které inervují svaly vykonávající požadovaný pohyb a svaly zajišťující posturální podporu.

Řízení úmyslného pohybu

- **Premotorická korová oblast** kontroluje pletencové a axiální svalstvo. Realizuje motorický plán a program, zahajuje iniciální fázi úmyslného pohybu, ve které dochází ke stáčení očí, hlavy, trupu a končetin směrem k cíli motorického aktu.
- **Primární motorická oblast** v gyrus precentralis (Betzovy buňky) realizuje pohyb a řídí jemné cílené pohyby akrálních partií končetin, zvláště ruky a prstů.

Zpětnovazební kontrola

Zpětnovazební informace umožňuje porovnávat pohybový záměr se skutečně probíhajícím pohybem. V případě vzniklé odchylky je tak možno pohyb korigovat. Zpětná vazba je zajištěna více cestami.

Shrnutí kapitoly

- Pohybový systém je řízen centrálním nervovým systémem, autonomním nervovým systémem a endokrinním systémem. Na řízení motoriky se podílejí tři úrovně CNS: míšní, podkorová a kmenová.
- Primární popud k pohybu vzniká v limbickém systému. Asociační kortex zpracuje ideu pohybu, kortex ve spolupráci s podkorovými centry vybere vhodný pohybový program, který je následně realizován zkontrolován.

Kontrolní otázky a úkoly:

1. Charakterizujte řízení pohybu na míšní úrovni.
2. Charakterizujte řízení pohybu na podkorové úrovni.
3. Charakterizujte řízení pohybu na korové úrovni.
4. Jaký je algoritmus řízení pohybu?

Otázky k zamyšlení:

1. Přemýšlejte o souvislostech týkajících se řízení pohybu. Co vám daná organizace řízení pohybu na jednotlivých úrovních připomíná?
2. Proč vzniká pohyb?

Úkoly k textu

1. Zformulujte relevantní otázku týkající se studované problematiky a položte ji na semináři ostatním studentům. Zkuste na ni společně nalézt možné odpovědi.

Korespondenční úkoly

1. Vytvořte seznam položených otázek. Vyberte si pro Vás nejzajímavější otázku a její řešení a zpracujte do seminární práce.

Citovaná a doporučená literatura

BERNACIKOVÁ, Martina, Miriam KALICHOVÁ a Lenka BERÁNKOVÁ. Základy sportovní kineziologie: Fakulta sportovních studií Masarykovy univerzity. *Teorie sportovní kineziologie: Řízení hybného systému* [online]. 2010 [cit. 2013-02-01]. Dostupné z: http://is.muni.cz/do/1451/e-learning/kineziologie/elportal/pages/rizeni_hyb_systemu.html

ČIHÁK, Radomír. *Anatomie 3*. 2. vydání. Praha: Grada Publishing, 2004. 692 s. ISBN 978-80-247-1132-4.

DRUGA, Rastislav, Miloš GRIM a Petr DUBOVÝ. *Anatomie centrálního nervového systému*. Praha: Galén; Karolinum, 2011. 219 s. ISBN 978-80-7262-706-6.

DYLEVSKÝ, Ivan. *Speciální kineziologie*. Praha: Grada, 2009, 180 s. ISBN 978-80-247-1648-0.

DYLEVSKÝ, Ivan. *Obecná kineziologie*. Praha: Grada, 2007, 190 s. ISBN 978-80-247-1649-7.

JIRÁK, Zdeněk. *Fyziologie pro bakalářské studium na ZSF OU*. 2., přeprac. vyd. Ostrava: Ostravská univerzita v Ostravě, Zdravotně sociální fakulta, 2007, 249 s. ISBN 978-80-7368-234-7.

KOMPENDIUM: Řízení pohybu. [online]. [cit. 2012-10-14]. Dostupné z: <http://biomech.ftvs.cuni.cz/pbpk/kompendium/kineziologie/propedeutika_rizeni.php>.

KOUKOLÍK, František. *Lidský mozek. Funkční systémy. Normy a poruchy.* 2. vyd. Praha: Portál, 2002. 456 s. ISBN 80-7178-632-2.

KRÁLÍČEK, Petr. *Úvod do speciální neurofyziologie*. 3., přepracované a rozšířené vydání. Praha: Galén, 2011. ISBN 978-80-7262-618-2.

PFEIFFER, Jan. *Neurologie v rehabilitaci: Pro studium a praxi*. Praha: Grada, 2007. ISBN 978-80-247-1135-5.

TROJAN, Stanislav, Rastislav DRUGA, Jan PFEIFFER a Jiří VOTAVA. *Fyziologie a léčebná rehabilitace motoriky člověka*. 3., přeprac. a dopl. vyd. Praha: Grada, 2005, 237 s. ISBN 80-247-1296-2.

VÉLE, František. *Kineziologie: přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy*. 2., rozš. a přeprac. vyd. Praha: Triton, 2006, 375 s. ISBN 80-725-4837-9.

THE BRAIN FROM TOP TO BOTTOM: ASCENDING PAIN PATHWAYS [online]. *Canadian Institutes of Heatlh Research* [cit. 2012-12-28]. Dostupné z: <http://thebrain.mcgill.ca/flash/a/a_03/a_03_cl/a_03_cl_dou/a_03_cl_dou.html >.

3 Úvod do vývojové kineziologie

V této kapitole se dozvíte:

- základní informace o psychomotorickém vývoji lidské motoriky.

Po jejím prostudování byste měli být schopni:

- vysvětlit pojmy fylogeneze a ontogeneze,
- znát normální vývoj psychomotorických dovedností v průběhu ontogeneze,
- objasnit vztah vývojové kineziologie k diagnostice a aplikovaným kinezioterapeutickým metodám,
- charakterizovat jednotlivé trimenony.

Klíčová slova kapitoly: *vývojová kineziologie, psychomotorický vývoj, fylogeneze, ontogeneze , trimenon, bazální programy, primární vertikalizace.*

Průvodce studiem

V této kapitole se budeme věnovat vývojové kineziologii. Budeme sledovat průběh psychomotorického vývoje u zdravého dítěte, vztah k vývoji CNS, vliv neideálního průběhu ontogenetického vývoje na vznik vad pohybového systému a deficity v pohybovém výkonu. Pochopení tématu je velmi důležité pro úspěšnou terapii. Na vývojovou kineziologii navazuje celá řada terapeutických metod a konceptů. Navíc se Vás tyto informace budou týkat i osobně. Budete si moci vysvětlit, proč máte neideální držení těla, jste nemotorní, nebo naopak motoricky velmi zdatní. V budoucnosti porozumíte, proč Vaše dítě dělá, co dělá a zda je to dobře. Věnujte proto této problematice a splnění úkolů patřičnou pozornost.

Na zvládnutí této kapitoly budete potřebovat asi 3 hodiny.

3.1 Úvod do problematiky

Vývojová kineziologie se zabývá popisem jednotlivých stádií motorického vývoje člověka. Poukazuje na existenci vrozených motorických programů, které jsou uloženy v CNS jako hotová matrice a jejichž realizace probíhá

v průběhu posturální ontogeneze. Jejich účel spočívá v automatickém ovládání polohy těla. Vývojovou kineziologii využíváme k diagnostice patologie hybnosti. Z motorické odpovědi vyvolané změnou polohy lze přesně odečíst dosaženou úroveň antigravitačních, rovnovážných a fázických funkcí.

Ontogeneze znamená vývoj jedince od narození do smrti. Navazuje na intrauterinní vývoj. Probíhá zcela automaticky v závislosti na uzrávání CNS, optimálních vnějších podmínkách a motivaci. Jednotlivá období vývoje mají charakteristické anatomické, fyziologické, psychologické i sociální zvláštnosti. Během ontogeneze se zvětšuje velikost těla i jeho části, dochází k růstu organismu a jeho jednotlivých orgánů. Růst končí v dospělosti. Vývoj neustává, pokračuje po celý život.

Bazální programy jsou dílčí jednotky, kterými jedinec prochází v prvním roce života. Zůstávají po celý život společným rysem lidské motoriky. Mají formativní vliv na organismus. Pohybové vzory, které obsahují bazální programy, představují fyziologickou motoriku. Čím více bazálních programů chybí, tím více přibývá nocicepce. Na bazální programy navazuje standardní výbava a nadstandardní motorická výbava. Přítomnost bazálních programů lze hodnotit.

Vertikalizace představuje genetický program vzpřimovacích mechanismů člověka. Klíčem k jeho spuštění je přesně daná kombinace aferencí a motivace ke kontaktu se světem. Vývoj do vertikály se odehrává v úsecích. Každých šest týdnů dítě vyprodukuje novou atitudu, která spustí další část programu.

Primární vertikalizace končí mezi 12.–15. měsícem (3–4 lety). Cílem je sociální bipedální lokomoce. Za bipedální lokomoci považujeme chůzi za šest měsíců po prvních krůčcích, kdy je chůze více v rovině sagitální a noha míjí nohu minimálně o jedno chodidlo. Sociální lokomoce je ukončena později.

3.2 Jednotlivá vývojová období vertikalizace

Období novorozenecké je charakterizováno ranou posturou, s převažující míšní řídicí úrovní. Dítě provádí totální pohyby (holokinetická hybnost).

Držení trupu je asymetrické, převažuje flekční držení končetin (viz obr. 3). Dýchá do břicha. Na adekvátní podnět je novorozenec schopen reagovat koordinovanou změnou polohy (plynule se otáčí za světelným bodem) – mozeček je ve funkci.

Obr. 3 Novorozenec

Ve **4–6 týdnech** se objevují vzpřimovací tendence. Dítě je schopno si zajistit optický kontakt, natáčí se za podnětem, zaujímá polohu šermíře s natažením horní končetiny za podnětem a pokrčením záhlavních končetin (viz obr. 4), vleže na břiše zvedá hlavu. Přitom používá horní končetiny jako opěrný orgán. V sociálním kontaktu se začíná uplatňovat mimika. Začínají být aktivní stabilizátory lopatek. Dýchání je rychlé, povrchní.

Obr. 4 Poloha šermíře

V **8 týdnech** může dítě spojit prsty před obličejem (viz obr. 5) – důkaz funkčního propojení obou hemisfér. Rozvíjí se smyslové vnímání.

Obr. 5. Kojenec v 8. týdnu

3 měsíce – dochází k napřímení osového orgánu, trup je zcela symetrický, poprvé je vytvořena aktivně opěrné báze (základ pro vertikální držení těla), dítě je schopno segmentových pohybů. Vládne převaha zevních rotací a abdukcí v klíčových kloubech. Horní končetiny jsou dominantně fázické a rozvíjejí se do formy orgánu úchopu (viz obr. 6). Začíná se objevovat nový typ dýchání a je přítomna aktivita svěračů a pánevního dna, protože se změní tlakové poměry v dutinách**.**

Obr. 6. 3. měsíc

4,5 měsíce – dítě zatíží více jeden loket, získává schopnost přenést těžiště laterálně a uvolnit hlavu a druhou horní končetinu mimo opěrnou bázi (viz obr. 7). Diferencuje funkci horních končetin na funkci opornou a fázickou. Může uchopit hračku ulnárním úchopem a poprvé s ní dokáže manipulovat. Poprvé se

objeví zkřížený model, který je důležitý pro budoucí lokomoci. Na nohách dochází ke kontaktu palců. Dítě se začíná se otáčet na bok.

Obr. 7. Dítě v období 4,5 měsíce

5. měsíc – zesiluje se opěrná báze aktivitou všech serratů. Dolní končetiny včetně pánve vstupují proti gravitaci do prostoru. Objevuje se nová dechová mechanika, kdy se celá břišní stěna dostane do koaktivace a minimalizuje lordotizaci bederní páteře. Páteř je dokonale protažena, dojde k ventrodorsální koaktivaci svalstva. Je dokončena **první atituda** pro lokomoci.

6. měsíc – dítě se samo přetáčí na břicho. Vleže na břiše se opírá o dlaně a definitivně se tak rozvine ruka. Objevuje se radiální úchop. Dochází k rozvinutí jazyka.

7. měsíc – může se objevit první lokomoční pohyb – **tulenění** (plazení pomocí horních končetin bez zapojení dolních končetin). To bude nahrazeno lezením po čtyřech (kvadrupedální lokomoce) – viz obr. 8.

Obr. 8. Lezení

7,5 měsíce – dítě se umí přetočit z břicha zpět na záda. Dokáže provést **šikmý sed**, dítě tak objevuje prostor nad sebou. Poprvé vstupuje do vertikály. Ruka je rozvinutá, rozdiferencovaná na tři paprsky, se kterými může diferencovaně pohybovat.

9. měsíc – ze šikmého sedu se dostává do kleku na čtyřech – období **houpání**. Začínají se výrazně posilovat funkce statokinetického čidla a mozečku. Vytváří se **kinestézie** (souhra mozeček – bazální ganglia). Pak se objeví **kvadrupedální lokomoce** buď jako následek houpání nebo prostřednictvím obratu z polohy na boku do polohy na čtyřech díky touze uchopit příliš vzdálený předmět. Dítě leze po čtyřech nejprve nevyzrálým lezením a posléze vyzrálým lezením. Poprvé začne zatěžovat plosku nohy. Z lezení se dítě dostává do **bazálního sedu** s napřímenou páteří. Obě ruce tak uvolní pro manipulaci. Nejprve svede boční sed (vedle pat), později dlouhý sed s nataženými dolními končetinami – viz obr. 9.

Obr. 9. Rovný dětský sed

10. měsíc – první vertikálu dítě zajišťuje pomocí horních končetin. Z kleku se vztyčí na jednu dolní končetinu, pak se postaví a ukročí do strany (laterálně přenese těžiště). Při stoji se drží rukama pevných předmětů. Postupně uzrává schopnost stát a dítě se pustí. První kroky dělá kolem nábytku – chůze ve frontální rovině (**kvadrupedální**).

1 rok – dítě umí vstát v prostoru a dělá samostatné kroky – viz obr. 11a,b.

Obr. 11a, b. Vstávání v prostoru, chůze kolem nábytku

18 měsíců – dítě svede chůzi po nerovném terénu. Mluvíme o **bipedální lokomoci**.

3.3 Vývoj jemné motoriky

Novorozenec dovede reflexně podržet předmět, který mu vložíme do ruky. Jde o tzv. **reflexní úchop** vznikající na podkladě úchopového reflexu.

V **8 týdnech** si dítě začíná vytvářet koordinaci *ruka – ruka*. Prsty jedné ruky ohmatávají druhou ruku těsně před obličejem za kontroly „zraku“. Je tím dokumentována spolupráce obou hemisfér. Dítě si začíná uvědomovat své ruce.

Okolo **4 měsíců** se objevuje **vědomý úchop** ve formě palmárního úchopu, ve kterém jsou všechny prsty sevřeny kolem předmětu. Předpokladem pro cílené uchopení je rozvinutí ruky. Dítě se dívá na to, co drží v ruce, s čím pohybuje, co strká do úst.

Asi od **20. týdne** dítě uchopuje předměty do celé dlaně, spíše však do ulnární části.

Ve druhé polovině **2. trimenonu** získává dítě schopnost používat ruce k oboustrannému uchopení a předávání předmětu z jedné ruky do druhé. Dítě

je schopno při podávání předmětu jej uchopit i přes střední linii, takže může druhou horní končetinu využít k opoře v poloze na boku. Tento nový krok může být chápán jako vývoj od viděného k uchopenému a dále k získanému. Jakmile dítě předmět získá, vrátí se do své zajištěné polohy na zádech a hraje si s ním. Na konci druhého trimenonu již umí uchopit předmět **radiální stranou** ruky. V této době zcela vymizí úchopový reflex. Tím se vytvoří možnost využít opření o dlaně a vyvinout opěrnou funkci.

Ve **3. trimenonu** vnímá dítě předměty ve větší vzdálenosti v prostoru. Ve snaze je uchopit si vytváří oporu o dlaň a hýždě v poloze tzv. šikmého sedu. Sahající paže se nachází mimo opěrnou bázi a hlava jako orientační orgán je nejvýše. Na vztyčené ruce se objevuje tzv. **pinzetový úchop**.

V 10. měsíci může dítě uchopovat bříšky palce a ukazováku malé předměty, jako kuličky, drobky, smítka apod.

V **batolecím období** se dítě osamostatňuje. Postupně umí stále lépe pouštět předměty z ruky a **po 1. roce** je umí házet kolem sebe. Využívá své ruce při hře i při nácviku běžných denních aktivit. Strká věci do hrníčku, vyndává je z něho a zkoumá vnitřek dutých předmětů. Staví věž ze stále většího počtu kostek. Jí pomocí prstů. Je schopno samostatně pít z láhve a přizpůsobovat sílu stisku ubývající hmotnosti láhve s ubýváním tekutiny v ní. Úchop však není precizní, ruce přesně nekopírují držený předmět a mohou tak snadněji vypadnout z rukou.

Přibližně od **15. měsíce** drží dítě samo hrníček a pije z něho. Od **18. měsíce** dovede obracet současně několik stránek v knize, od **2 let** je schopno obracet stránky po jedné.

Asi **ve 2 letech** zvládá dítě **obratnou špetku**. Dovede navlékat velké korále. Správně jí polévku a kaši lžičkou, začíná používat vidličku. V této době se rozvíjejí **grafomotorické dovednosti**. Dítě drží tužku v ruce a čmárá. Uchopuje ji třemi prsty, někdy přidává čtvrtý prst na podepření. Učí se kreslit na omezenou plochu papíru.

3.4 Vývoj řečových funkcí

Vývoj řeči u dítěte neprobíhá jako samostatný proces, je ovlivňován vývojem senzorického vnímání, motoriky, myšlení a také jeho socializací.

1. měsíc: reflexní pláč,

2. měsíc: vědomý úsměv, náznak broukání,

3. měsíc: broukání,

5. měsíc: hlasitý smích jako odpověď na škádlení, žvatlání,

6. měsíc: reakce na jméno, jednoduché porozumění řeči,

7. –8. měsíc: hlásky, slabiky, dialog,

9.–10. měsíc: zdvojování slabik bez významu,

1 rok: dítě užívá 3–5 smysluplných slov,

18 měsíců: dítě užívá 10–30 slov, plní jednoduché pokyny,

2 roky: chápe asi 300 slov, vysloví 50, tvoří jednoduché věty,

30 měsíců: chápe asi 500 slov, vysloví 200, tvoří víceslovné věty,

3 roky: mluví ve větách, gramaticky většinou správně.

Řeč se u dětí začíná rozvíjet mezi 8. až 12. měsícem. Tehdy se objevuje první slovo s významem. Většinou se jedná o slovo *bác*, *haf* nebo *ham*. Osvojení prvního slova se děje takzvanou globální asociací slyšeného slova, vysloveného dospělým, s předmětem, který dítě současně vidí, slyší a hmatá. Slovo se stává symbolem předmětu. Vlastnímu mluvení předchází porozumění. Za zvukem se dítě otočí kolem 4.–5. měsíce. Gestu porozumí dítě kolem 7. měsíce a napodobovat gesta umí kolem 9. měsíce. Rozvoj řeči je závislý na stimulaci. Dítě lze povzbuzovat k mluvení pozitivní zpětnou vazbou (projevenou radostí apod.).

3.5 Vývoj zrakového vnímání

2.–4. měsíc: dítě sleduje blízké předměty.

4.–6. měsíc: dítě sahá po sledovaných předmětech. Dívá se oběma očima paralelně (pozoruje předměty v rukách).

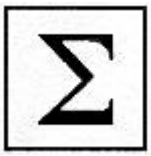
6.–8. měsíc: dítě **s**třídá objekty fixace, dívá se na předměty, které padají na zem.

8.–10. měsíc: dítě důkladně pozoruje věci, než je uchopí.

10.–12. měsíc: najde ukrytou věc, dotýká se vlastního obrazu v zrcadle.

1,5 roku: poznává osoby na dálku, prohlíží si obrázkové knihy, poznává rodinné příslušníky.

2 roky: vytváří obraz ze dvou věcí, ukazuje části těla na panence, přiřazuje jednu věc ke druhé.



Shrnutí kapitoly

- Vývojová kineziologie se zabývá popisem jednotlivých stádií motorického vývoje člověka. Poukazuje na existenci vrozených motorických programů, které jsou uloženy v CNS jako hotová matrice a jejichž realizace probíhá v průběhu posturální ontogeneze.
- Vývojovou kineziologii využíváme k diagnostice patologie hybnosti.
- Vertikalizace je vrozený program vzpřimovacích mechanismů člověka. Klíčem k jeho spuštění je přesně daná kombinace aferencí a motivace ke kontaktu se světem. Vývoj do vertikály se odehrává v úsecích. Každých šest týdnů dítě vyprodukuje novou atitudu, která spustí další část programu.
- Analogicky k vývoji hrubé motoriky probíhá i vývoj jemné motoriky a komunikační motoriky.
- Vývoj motoriky je spojen s vývojem psychických funkcí. Mluvíme o psychomotorickém vývoji dítěte.

Kontrolní otázky a úkoly:

1. Charakterizujte jednotlivé etapy vývoje vertikalizace a bipedální lokomoce.
2. Charakterizujte jednotlivé etapy vývoje manipulačních funkcí.
3. Charakterizujte jednotlivé etapy vývoje řečových funkcí.

Otázky k zamyšlení:

1. Představte si, že se díváte asi na půlroční dítě. Za jakých okolností byste zpozorněli a uvažovali, že se ontogeneze nevyvíjí optimálně?

Úkoly k textu

1. Zformulujte relevantní otázku týkající se studované problematiky a položte ji na semináři ostatním studentům. Zkuste na ni společně nalézt možné odpovědi.

Korespondenční úkoly

1. Vytvořte seznam položených otázek. Vyberte si pro Vás nejzajímavější otázku a její řešení a zpracujte do seminární práce.

Citovaná a doporučená literatura

TROJAN, Stanislav, Rastislav DRUGA, Jan PFEIFFER a Jiří VOTAVA. *Fyziologie a léčebná rehabilitace motoriky člověka*. 3., přeprac. a dopl. vyd. Praha: Grada, 2005, 237 s. ISBN 80-247-1296-2.

VÉLE, F. *Kineziologie pro klinickou praxi.* Praha: Grada Publishing, 1997. 272 s. ISBN 80-7169-256-5.

VÉLE, František. *Kineziologie. Přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy*. Praha: Triton, 2007. 376 s. ISBN 978-80-7254-837-8.

VOJTA, Václav. *Mozkové hybné poruchy v kojeneckém věku*. Včasná diagnóza a terapie. Praha: Grada a Avicenum, 1993. 384 s. ISBN 80-85424-98-3.

VOJTA, Václav a Annegret PETERS. *Vojtův princip. Svalové souhry v reflexní lokomoci a motorická ontogeneze*. Praha: Grada Publishing, 1995. 184 s. ISBN 80-7169-004-X.

VÁGNEROVÁ, Marie. *Vývojová psychologie.* Praha: Portál, 2000. ISBN 80-7178-308-0.

VYSKOTOVÁ, Jana a Kateřina MACHÁČKOVÁ. *Jemná motorika. Vývoj, motorická kontrola, hodnocení a testování.* Praha: Grada Publishing, 2013. 978-80-247-4698-2.

4 Viscerální motorika

V této kapitole se dozvíte:

- jakým způsobem je zajišťována motorika zajišťující logistiku,
- základní informace k respirační motorice.

Po jejím prostudování byste měli být schopni:

- charakterizovat motoriku zajišťující logistiku,
- objasnit jednotlivé pojmy ve vztahu k respirační motorice,
- charakterizovat jednotlivé fáze respiračního cyklu,
- objasnit vzájemné vztahy mezi respirační a posturální motorikou.

Klíčová slova kapitoly: *logistika, viscerální motorika, ereismatická motorika, respirační motorika, dechové svaly, bránice, inspirium, exspirium, patokineziologie dýchání.*

Průvodce studiem

V této kapitole se budeme zabývat motorikou, která souvisí s logistikou, zejména motorikou respirační. Pro úspěšný pohybový výkon je logistika klíčová ale často bývá opomíjená. Proto věnujte této kapitole zvláštní pozornost.

Na zvládnutí této kapitoly budete potřebovat asi dvě hodiny.

4.1 Úvod do problematiky

Motorika zajišťující logistiku (logistická, ereismatická motorika) je spojena s fyziologickým fungováním organismu, s látkovou výměnou, s tvorbou a ukládáním energie, s odvodem zplodin metabolismu.

Viscerální motorika je soubor pohybů spojených s funkcí jednotlivých vnitřních orgánů.

Viscerální pohyb je pohyb vnitřních orgánů. Ovlivňují jej somatický nervový systém a autonomní nervový systém.

- **Pohyb srdce** – opakuje se přibližně 120 000x denně a přímo působí na plíce, jícen, mediastinum a bránici. Bránice přenáší tyto vibrace do dutiny břišní spolu s vlastním rytmickým pohybem. Vlnový pohyb krve vycházející z levé komory se propaguje cestou tepenného řečiště do kapilár.
- **Pohyb plic** – pohyb při dýchání, umožňující výměnu plynů mezi krví a vzduchem.
- **Peristaltický pohyb** – je vytvářen velkými kontrakčními vlnami, které promíchávají a uvádějí do pohybu viscerální obsah. Týká se dutých orgánů. Je řízen nervově, chemicky a hormonálně.

Viscerální motilita znamená vnitřní, aktivní pohyb vnitřních orgánů. Je pomalý, má velmi malou amplitudu, lze jej palpovat.

4.2 Respirační motorika

Respirační motorika je soubor pohybů svalů zajišťujících respirační funkce. Respirační funkce jsou automatické, přístupné vůli.

Mechanika dýchání

Dechový cyklus se dělí na fázi **inspiria** a **exspiria** a dvě mezifáze – **preinspirium** a **preexspirium**.

- **Preinspirium** – krátká pauza na konci výdechu před nádechem.
- **Nádech** je aktivní proces. Vzniká zvýšením nitrohrudního objemu volní nebo reflexní činností respiračních svalů.
- **Preexpirium** – krátká pauza na konci nádechu před výdechem.
- **Výdech** je spíše pasivní děj. Návrat hrudníku do klidového postavení nastává díky elasticitě koše a plic. Svaly mají spíše regulační funkci. Zvýšeně se uplatňují při intenzivním výdechu (smích, kašel, kýchání, břišní lis atd.).

Regulace dýchání je

- **reflexní nervová** (respirační centrum, pneumotaktické centrum),
- **chemická** (periferní a centrální chemoreceptory),

- **volní** (kortex),
- **regulace ostatními faktory** (vzestup tělesné teploty, nociceptivní podněty, zvýšená koncentrace adrenalinu, hormonální vlivy).

Dechové svaly jsou primární a pomocné. Mají funkci posturální, cirkulační, fonační a mikční. Existuje úzký vztah mezi respirační a posturální motorikou. Současně mají respirační svaly vztah k pohybům horních končetin a trupu. Nejdůležitější dechový sval je bránice.

Hlavní inspirační svaly: m. diaphragma, mm. intercostales externi, mm. levatores costarum.

- **Pomocné inspirační svaly:** m. sternocleidomastoideus, mm. suprahyoidei, mm. infrahyoidei, mm. scaleni, m. pectoralis major, m. pectoralis minor, m. serratus anterior, m. latissimus dorsi, m. serratus posterior, m. iliocostalis.
- **Hlavní expirační svaly:** mm. intercostales interni, m. tranversus thoracis.
- **Pomocné expirační svaly:** m. obliquus externus abdominis, m. obliquus internus abdominis, m. tranversus abdominis, m. rectus abdominis, m. pyramidalis, m. iliocostalis (pars inferior), m. longissimus, m.serratus posterior inferior, m. quadratus lumborum.

Bránice je základní sval, který svou činností způsobuje trojrozměrnou změnu tvaru v hrudní a břišní dutině. Má hluboce klenutý tvar, formovaný orgány, které obklopuje a podepírá. Tvoří dno dutiny hrudní a strop dutiny břišní. Existuje stranový rozdíl mezi pravou a levou kupolí bránice (pars costalis), z nichž pravá strana dosahuje výše než levá. Pars costalis je funkčně i morfologicky nejvíce variabilní porcí bránice. Nejvyšší část bránice dosahuje mezi 3. a 4. žebra, nejnižší vlákna se připojují na přední část obratle L3.

Funkce bránice je respirační, posturální, cirkulační (moduluje nitrohrudní a nitrobřišní tlak a tím zlepšuje venózní a lymfatický zpětný návrat). Mezi bránicí a břišními svaly existuje vztah labilní dynamické rovnováhy (pracují jako partneři). **Stabilizační funkce bránice** je závislá na jejím tvaru, který je určen tvarem dolní hrudní apertury, tvaru hrudníku (žeberní oblouk

a související koaktivace tzv. „pomocných“ dýchacích svalů). Bránice se podílí na přední stabilizaci páteře tvorbou nitrobřišního tlaku. Intenzita pohybové činnosti určuje souhru dechové a posturální aktivity (oba děje probíhají paralelně nebo synchronizace dechu s posturálně náročnější činností nebo v průběhu apnoické pauzy se zapojuje dechové svalstvo ve prospěch postury za cenu krátké hypoxie).

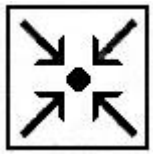
Je-li horizontálně nastaveno centrum tendineum, může bránice svou kaudální tonickou aktivací vytvořit potřebný tlak v dutině břišní (píst). Sternum se během stabilizační funkce bránice pohybuje ventrálně. Je-li aktivita bránice nedostatečná, pohybuje se sternum kraniokaudálně. Důsledkem je nadměrná aktivita extenzorů páteře.
Během fyziologického respiračního stereotypu se nemění poloha předozadní osy bránice, dochází k laterálnímu rozšíření dolní apertury hrudníku a rozšíření mezižeberních prostorů.

Funkce m. transversus abdominis – jedná se o nejhlouběji uloženou vrstvu břišní stěny. Vzniká na kostní chrupavce na vnitřní části báze hrudního koše. Jeho vlákna jsou propletená v pravém úhlu s bráničními. Tím se stává přímým protějškem činnosti bránice při rozpínání hrudního koše. Jeho aktivita vede ke zvýšení intraabdominálního tlaku a následně k mechanismům zajišťujícím zpevnění páteře.

Do dýchání je dále zahrnuta i koordinovaná činnost pánevní a hlasivkové bránice. **Hlasivková bránice** je vstupní bránou do dýchacích trubic. Jedná se o prostor mezi hlasivkami (hlasivková štěrbina). Ve spánku a relaxaci jsou hlasivkové svaly relaxované. Při mluvení, zpívání atd. se hlasivky přitahují a začnou kvůli vydechovanému vzduchu vibrovat (fonace). Při šeptání je hlasivková štěrbina částečně uzavřená s malým otvorem v zadní části hlasivek. Všechny tři bránice (pánevní, dýchací a hlasivková) se spojují během pohybů, které jsou koordinovány s nádechem a výdechem. Podílejí se na vytváření nitrobřišního tlaku a vytvářejí větší stabilitu těla, které je tak chráněno před zraněním. **Nitrobřišní tlak** zajišťuje přední stabilizaci páteře. Je vyvíjen a adjustován koordinovanou aktivitou bránice, břišních svalů a pánevního dna. Obsah břišní dutiny se chová jako viskózně-elastický sloupec, který poskytuje

oporu bederní páteři a vyvažuje funkci extenzorů. Tlak bránice působí vertikálně (směřuje dolů), ale výsledkem je horizontální síla působící proti břišní stěně. Zvýšený intraabdominální tlak zabraňuje prohnutí bederní páteře a působí proti zevním silám při zátěži.

Vliv bránice na mobilitu vnitřních orgánů: celkový objem břišních orgánů je nestlačitelný a zbylý prostor mezi orgány je minimální. Při sestupu bránice se zvyšuje tlak na břišní stěnu a zvětšuje se předozadní rozměr dutiny břišní. Při návratu bránice se tento rozměr zmenšuje a zvětšuje se vertikální vzdálenost mezi bránicí a pánví. Kontinuální deformace břišní stěny, fluktuující mezi dvěma extrémy úplného nádechu a úplného výdechu, způsobuje klouzání a otírání břišních orgánů o sebe navzájem. Orgány se pohybují trojrozměrně – sagitálně, frontálně a transverzálně.



Příklad: *játra v inspiriu se pohybují dopředu a dolů. Ledvina se při každém nádechu posune o 3 cm, při usilovném dýchání až o 10 cm atd.*

4.3 Patokineziologické aspekty

Známky insuficience bránice

- Nedochází k laterálnímu rozšíření dolní apertury hrudníku.
- Mezižeberní prostory se nerozšiřují.
- Sešikmení předozadní osy bránice.
- Zvýšená extenční aktivita paravertebrálních svalů s maximem v Th-L přechodu.
- Do stabilizace se nezapojí m. transversus abdominis (paradoxní stabilizace).

Poranění pleury

Relativně malé poranění pleury může způsobit výrazné způsobit výrazné patologické změny, které mohou vést k dalším poruchám, např. k chronickým cervikálním neuralgiím.

Je-li postižena pleuropulmonální jednotka, osy pohybů dutiny hrudní a vnitřních orgánů se změní. Změnou síly nitrohrudního tlaku se všechny

muskuloskeletární struktury související s hrudníkem pohybují podle odlišných os. Tyto změny mají řadu zpětných vazeb.

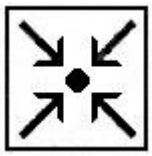
Příklad: odchýlením gastroezofageální osy se zvyšuje riziko hiátové hernie. Pleuropulmonální úpony táhnou za dolní část krční páteře, kostovertebrální skloubení ztrácejí svou elasticitu atd.

V rámci adaptace na abnormální napětí mohou některé tkáně fibrotizovat. Známým jevem je adaptační skolióza po některých hrudních operacích.

Poruchy mobility vnitřních orgánů

Změny pohybu vnitřních orgánů mají jeden či více následků:

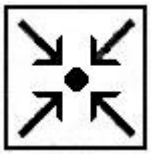
- počínající lokální patologie bez symptomů;
- lokální patologie se symptomy;
- lokální následky staré patologie , na kterou je jedinec adaptován;
- vzdálená patologie v orgánu, který je v těsném spojení (vícero-viscerální reflexy);
- patologie struktury, která je spojena vaskulárně, nervově nebo prostřednictvím fascie.



Příklad: drobná porucha reakce ledviny na dýchání může za nějaký čas způsobit závažný problém.

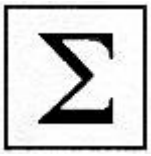
Patologie vnitřních orgánů se projevují jako

- tzv. viscerální „bloky“, tj. zpomalení nebo ztráta pohybu, čímž se poruší funkce vnitřních orgánů;
- meziorgánové bloky (adheze a fixace);
- vazivová uvolnění (ptózy) – hypotonie vede k uvolnění podpůrných struktur, čímž dojde k narušení podpůrného mechanismu orgánů;
- viscerospasmy dutých vnitřních orgánů.



Příklad: *pooperační jizvy vedou k permanentní mechanické iritaci tím, že způsobuje tření tkání o sebe navzájem. V přilehlých tkáních a orgánech dojde k modifikaci*

Shrnutí kapitoly



- Motorika zajišťující logistiku je spojena s fyziologickým fungováním organismu, s látkovou výměnou, s tvorbou a ukládáním energie, s odvodem zplodin metabolismu.
- Viscerální motorika je soubor pohybů spojených s funkcí jednotlivých vnitřních orgánů.
- Respirační motorika je soubor pohybů svalů zajišťujících respirační funkce. Respirační funkce jsou automatické, přístupné vůli. Existuje úzký vztah mezi respirační a posturální motorikou.
- Dechové svaly jsou primární a pomocné. Mají funkci posturální, cirkulační, fonační a mikční.
- Nitrobřišní tlak zajišťuje přední stabilizaci páteře. Je vyvíjen a adjustován koordinovanou aktivitou bránice, břišních svalů a pánevního dna.

Kontrolní otázky a úkoly:

1. Jak rozumíte pojmu motorika spojená s logistikou?
2. Co je respirační motorika?
3. Které jsou hlavní inspirační a expirační svaly?
4. Jak se podílí dýchání na držení těla?

Otázky k zamyšlení:

1. Zamyslete se, jak vnímáte své vnitřní orgány. Za jakých okolností si jich všimnete? A kterých? Umíte ovlivnit jejich pohyb? A proč byste to měli či neměli dělat?

Úkoly k textu

1. Zformulujte relevantní otázku týkající se studované problematiky a položte ji na semináři ostatním studentům. Zkuste na ni společně nalézt možné odpovědi.

Korespondenční úkoly

1. Vytvořte seznam položených otázek. Vyberte si pro Vás nejzajímavější otázku a její řešení a zpracujte do seminární práce.

Citovaná a doporučená literatura

BARRAL, Jean-Pierre, MERCIER, Pierre. *Viscerální terapie.* Kroměříž: Nakladatelství Zapletal Stanislav s.r.o., 2006. 445 s. ISBN 80-239-6721-5.

DYLEVSKÝ, Ivan. *Obecná kineziologie*. Praha: Grada, 2007. 190 s. ISBN 978-80-247-1649-7.

KAMINOFF, Leslie a Amy MATTHEWS. *Jóga – anatomie*. 2. rozšíř. vyd. Brno: CPress, 2013. 280 s. ISBN 978-80-264-0178-0.

KOLÁŘ, P. ET AL. *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha: Galén, 2009, s. 251-265. ISBN 978-80-7262-657-1.

VÉLE, F. *Kineziologie pro klinickou praxi*. Praha: Grada Publishing, 1997, s. 193-202. ISBN 80-7169-256-5.

VÉLE, František. *Kineziologie: přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy*. 2., rozš. a přeprac. vyd. Praha: Triton, 2006. 375 s. ISBN 80-725-4837-9.

5 Posturálně-lokomoční motorika

V této kapitole se dozvíte:

- co je posturálně-lokomoční motorika a její aspekty.

Po jejím prostudování byste měli být schopni:

- vysvětlit základní pojmy týkající se posturálně-lokomoční motoriky,
- objasnit princip vzniku funkčních poruch pohybového systému,
- charakterizovat posturální, balanční a lokomoční funkce.

Klíčová slova kapitoly: *postura, posturální motorika, lokomoce, balance.*

Průvodce studiem

V této kapitole se budeme zabývat problematikou tzv. hrubé motoriky, tj. posturálními a lokomočními funkcemi lidského organismu. Nemusím připomínat, že se jedná o velmi důležitou kapitolu, která tvoří podklad pro naši diagnostiku a kinezioterapii posturálních a lokomočních funkcí.

Na zvládnutí této kapitoly budete potřebovat asi tři hodiny, tak se pohodlně usaďte a nenechte se nikým a ničím rušit.

5.1 Základní pojmy

„Každý konkrétní pohyb začíná v definovatelné výchozí poloze, má definovaný průběh pohybu a končí opět v přesně definovatelné poloze konečné…“ (Magnus, 1916)

Postura podle Dylevského představuje dynamický proces udržování polohy těla a jeho částí před započetím pohybu i po jeho skončení. Jedná se o aktivní držení segmentů těla proti působení zevních sil, ze kterých má v běžném životě největší význam síla tíhová. Je zaujata a držena vnitřními silami, kde hlavní úlohu hraje svalová aktivita řízená činností CNS.

K provedení optimálního pohybu je nutné zaujmout a udržet optimální posturu, která zahrnuje jak napřímení osového orgánu, tak i jeho zpevnění.

Posturální motorika (opěrná motorika) zajišťuje polohu těla a jeho částí v prostředí gravitačního vlivu. Je modulována informacemi z proprioreceptorů, exteroreceptorů a statokinetického čidla. Je reflexní (**polohové, postojové, vzpřimovací reflexy**) – umíme vnímat pouze posturální jistotu či nejistotu. Zajišťuje startovací posturu, stabilizuje průběh pohybu a zajišťuje konečnou posturu v gravitačním poli. Uplatňuje se postupně se zráním CNS (na řízení se podílejí retikulární formace mozkového kmene, mozeček a páteřní mícha). Ovlivňuje funkci a strukturu lidského těla.

Postura znamená držení těla v prostoru uvnitř gravitačního pole. Jedná se o funkci organismu, geneticky danou. Obsahem je snaha orientovat se v prostoru daném gravitačním polem Země. Postura se vyvíjí, lze ji zlepšovat i ztratit. Každý konkrétní pohyb začíná v přesně definované výchozí poloze, má přesně definovaný průběh a končí v přesně definované konečné poloze. Průběh pohybu a konečná poloha v sobě odrážejí polohu výchozí. Konečná postura se v nekonečném řetězci pohybových sekvencí stává startovací posturou pro další pohybovou sekvenci.

Postura účelově zaměřená, která nese informace o tom, co bude následovat ve vztahu k pohybu, se nazývá **atituda**.

Změna postury v atitudu je umožněná působením limbického systému, předešlých zkušeností a znalostí, podmínek vnitřního prostředí (exteroreceptory, proprioreceptory, interoreceptory, telereceptory atd.), vlivu zevního prostředí, motivace a případné nocicepce (vnímání bolesti).

Základní aferentní vstupy pro modelaci postury:

- čití hluboké (propriocepce, vibrační čití, hluboký tlak);
- čití povrchové (taktilní, tepelné);
- čití algické;
- labyrint.

Postojové (posturální) reflexy – základem je kontrakce antigravitačního svalstva.

- **lokální statická reakce** – posturální reflex části těla (končetiny);

- **segmentální statické reakce** – reakce více končetin (viz zkřížený extenzorový reflex);
- **celkové statické reakce** – reakce trupu, šíje a končetin (viz tonické šíjové reflexy, tonické labyrintové reflexy, fázické labyrintové reflexy).

Vzpřimovací reflexy ovlivňují tonus šíjového svalstva, svalstva trupu a končetin na regulující podnět, kterým je stálý směr působení gravitace. Na jejich řízení se podílejí retikulární formace, statokinetické čidlo, mozková kůra.

Posturální kontrola řídí pozici a pohyb těla v prostoru. Je závislá na úkolu a výchozí pozici.

- Prediktivní – předvídání změny.
- Reaktivní – reakce na změnu.

Posturální aktivita zajišťuje automatické udržování polohy těla.

Posturální reaktivita je automatické přizpůsobení polohy hlavy, trupu a končetin změně polohy těla jako celku v prostoru. Má tři fáze:

1. predikce (očekávání, nachystanost organismu);
2. vlastní řešení změny;
3. východisko další změny.

Posturální aktivita a reaktivita je závislá

- na aktuálním stavu CNS – při poruše CNS je realizace posturálního programu porušená,
- na charakteru aference – při abnormální aferenci v důsledku lokálně vzniklého patologického stavu dochází k adaptačním změnám, které jsou součástí předprogramovaného autoregulačního procesu směřujícího k útlumu nocicepce a umožnění procesu autoreparace.

Na zajištění určité polohy mají vliv statické faktory (např. tvar kloubů, centrace) a dynamické faktory (souhra svalů). Kvalita posturální stability je zajištěna reciproční antagonistickou souhrou svalů.

Opěrná plocha je vymezena částí podložky, která je v přímém kontaktu s povrchem těla (např. plosky nohou dotýkající se země při stoji, záda a zadní plocha dolních končetin vleže nebo dlaně rukou při stoji na rukou).

Opěrná báze je plocha vymezená zevními hranami opěrných ploch a celým prostorem nacházejícím se mezi nimi (např. plocha mezi ploskami nohou, ohraničená jejich zevními hranami). Zde se promítá těžiště. Opěrnou bázi lze rozšířit holí či berlemi.

Těžiště těla je pomyslný bod, do kterého se promítají všechny fyzikální síly působící na lidské tělo. Nachází se cca 2-3 cm před tělem obratle S2 v malé pánvi (asi v 55% výšky těla). Průmět těžiště se nachází zhruba ve středu oporné báze.

Stabilita systému

Stabilita – neměnnost stavu při působení různě velkých vnějších sil. Z funkčního hlediska lze rozdělit na stabilitu aktivní a pasivní. Statická stabilita musí být doplněna o dynamickou stabilitu, která je řízena danými posturálními programy. Je zajištěna tahem a silou svalů a pružností vaziva.Tyto struktury jsou pak přesně řízeny CNS.

- **Aktivní stabilita** – svalová práce řízená CNS. Dochází ke kolmému působení kloubních ploch vzájemně na sebe a nedochází k fenoménu páčení. Velmi úzce souvisí s centrací kloubu.

  Centrace je takové postavení v kloubu, které umožní optimální stabilní zatížení a maximálně rovnoměrné rozložení tlaku hlavice na kloubní jamku. Kloub tak snáší maximální zatížení a umožní maximální stabilitu. Toto postavení je umožněno svalovou synergií, která je realizována během posturální ontogeneze. Necentrované postavení je rizikové pro zranění.
- **Pasivní stabilita** je stav, kdy dochází k výpadku aktivní stability – vede k přetížení vazivového aparátu a možnosti zranění. Je umožněna díky flexibilnímu a rezistentnímu spojení segmentů v pevný a ohebný sloupec páteře díky meziobratlovým ploténkám, kloubním ploškám, vazivovému aparátu a kloubním pouzdrům.

5.2 Posturální stabilita, rovnováha

Posturální stabilita je aktivní držení segmentů těla proti působení zevních sil, řízené CNS. Je součástí všech pohybů. Jedná se o schopnost zajistit vzpřímené držení těla a optimální reakci na změny vnitřních a vnějších sil tak, aby nedošlo k nezamýšlenému nebo neřízenému pádu. Účelem je zpevnění jednotlivých segmentů (kloubů), aby bylo získáno stabilní punctum fixum a aby kloubní segmenty odolávaly účinkům zevních sil.

Strategie pro zajištění posturální stability dělíme na **statické** (bez změny opěrné báze) a **dynamické** (se změnami opěrné báze). Statické strategie využívají především hlezenní a kyčelní mechanismus, dynamické zahrnují mechanismus úkroku, uchopení pevné opory v okolí a další způsoby zvětšení opěrné báze.

- **Hlezenní strategie** aktivuje především menší svalové skupiny v okolí hlezenního kloubu. Tento mechanismus používáme k udržení stability ve vzpřímeném stoji při drobných vychýleních těžiště.
- **Kyčelní strategie** aktivuje velké svalové skupiny v oblasti kyčelních kloubů. Je využívána, pokud je vychýlení těžiště tak velké, že použití hlezenní strategie by bylo nedostačující, tedy při rychlejším a silnějším vychýlením těžiště nebo při stoji na nerovném terénu. Jejím cílem je navrátit těžiště zpět nad opěrnou bázi.

Aktivita svalů, které stabilizují, generuje aktivitu v dalších svalech, s jejichž úpony souvisí. Při pohybu dolních či horních končetin je aktivováno svalstvo stabilizující páteř. Aktivace bránice, břišních a zádových svalů předbíhá pohybovou činnost horních a dolních končetin.

Rovnováha (balance, equilibrium) je schopnost udržovat vzpřímenou polohu těla. Jedná se o stav systému, kdy je působení všemi směry vzájemně vyrovnáno. Dynamika postury v ochraně před pádem.

Balanční funkce je komplexní funkce vyžadující zpracování multisenzorických vstupů, vedoucí ke specifické a selektivní odpovědi a výkonu, zahrnující timing koordinovaných motorických vzorů svalové aktivity celého organismu. Umožňuje funkční adaptabilní chování.

Posturální stabilita je schopnost udržovat těžiště uvnitř oporné báze. Při výchylkách mimo hranice stability je potřeba přednastavit posturu, abychom zabránili pádu.

Posturální orientace je schopnost udržovat správné nastavení mezi tělesnými segmenty a těla v určitém prostředí pro daný úkol.

Schopnost kontrolovat polohu těla v prostoru je výsledkem komplexní interakce muskuloskeletálního a neurálního systému.

Balance vyžaduje **posturální mechanismy**: nastavení postury, tonus (recipročí inhibice, reflexy) a aktivní pohybové strategie. Balance zahrnuje rovnovážné a ochranné reakce.

Probíhá automatická **posturální kontrola**, která aktivuje balanční reakce.

- **Proaktivní balance** – vlastní plán akce, přednastavení postury, předvídání.
- **Reaktivní balance** – jsou vyvolané vnějšími silami.

Proaktivní/anticipační kontrola balance

Pro snížení možné nestability ve stoji CNS aktivuje svaly potřebné pro kontrolu balance ještě před volním pohybem, který by mohl destabilizovat posturu (např. zvedání břemen, natažení se pro předmět nebo ohnutí trupu). Při chůzi modifikuje CNS vzorec chůze tak, aby kontrola pohybu těžiště byla v anticipaci vzhledem k tomu, co může při chůzi nastat (např. překročení překážky).

5.3 Stoj

Stoj je dynamický proces udržování vzpřímené polohy těla v prostoru, udržování rovnováhy. Jedná se o výchozí polohu pro bipedální lokomoci nebo manipulaci. Vzpřímený stoj je umožněn ontogenetickým vývojem posturálních schopností. Je dán souhrou subkortikálních struktur a cerebella ve spolupráci

s aferentními a eferentními strukturami. Schopnost stoje na jedné noze je podkladem pro lokomoci.

Ve statické poloze tělo jako celek nemění svou polohu v prostoru a vektor tíhové síly musí v každém okamžiku směřovat do opěrné báze (nemusí však směřovat do opěrné plochy). Naopak během lokomoce nemusí vektor tíhové síly směřovat přímo do opěrné báze, musí tam ale směřovat výslednice zevních sil.

Faktory stability

- výška, hmotnost,
- šíře oporné báze,
- tření, přilnutí k podložce, vlastnosti styčné plochy.

Diagnostika stoje

Podle posturální aktivity ve vzpřímeném stoji lze diagnostikovat statický a dynamický faktor a poruchu souhry svalových vláken. Segment zaujímá vždy takovou polohu, která eliminuje působení slabší svalové skupiny vůči gravitaci (**Zlaté pravidlo posturální kontroly**). Nahrazuje nedostatek zvýšeným úsilím antagonistických svalů. Tyto reakce jsou uniformní.

- **Romberg I –** prostý, přirozený stoj. Sledujeme přirozeně zaujatou šířku báze, stabilitu stoje, strategii, přítomnost titubací a další kineziologické aspekty.
- **Romberg II –** stoj o zúžené bázi (stoj spojný). Sledujeme opět všechny jmenované aspekty.
- **Romberg III –** stoj o zúžené bázi se zavřenýma očima. Sledujeme reakci na tuto posturální situaci, kdy je vyloučen zrak.

Trendelenburgova zkouška – stoj bez opory na jedné dolní končetině je běžně používán při analýze posturální motoriky. Tato klinická zkouška je užitečná především pro rychlé hodnocení stabilizačních funkcí pánevních pletenců. Ideální provedení je dáno zachováním horizontály obou polovin pánve a vertikály páteře v obou rovinách.

5.4 Lokomoce

Lokomoce znamená přesun soustavy všech segmentů, tvořících jeden celek, z bodu A do bodu B v prostoru, takže lze popsat trajektorii (dráhu) tohoto přesunu, směr, rychlost a další biomechanické parametry.

Existuje řada způsobů přesunu těla v prostoru. Nejčastějším způsobem tohoto přesunu je chůze, ale patří sem i různé formy běhu (klus, cval, sprint), tanec, šplh, plavání (různými styly), přesuny na vozíčku, plazení atd.

Dělení lokomoce:

- **lokomoce přirozená:**
  - **bipedální** – chůze, běh, skoky, obraty atd.,
  - **kvadrupedální** – plazení, lezení, šplhání, plavání atd.;
- **lokomoce artificiální:**
  - **prostřednictvím zvířat:** jízda na koni, na velbloudu, na slonu atd.,
  - **prostřednictvím mobilních strojů, zařízení a pomůcek:** jízda autem, na motorce, na kole, na mechanickém nebo elektrickém vozíku atd. K tomu je nutný zdroj energie – vlastní, cizí, kombinovaný.

5.4.1 Chůze

Chůze je bipedální ortográdní pohyb ve vertikále. Jedná se o pohyb cyklického charakteru, kdy se rytmicky střídají pravá a levá končetina. Jednotkou chůze je **dvojkrok**. Při chůzi je alespoň jedna dolní končetina v kontaktu se zemí. Je to typicky lidský pohybový projev, geneticky determinovaný, fylogeneticky velmi starý (více než 1 milion let). Patří mezi základní lokomoční projevy člověka.

Krok je souhrn pohybů, které se střídají tak, že jedna dolní končetina se dostane do stejné polohy, ve které předtím byla druhá končetina.

Krokový cyklus je sekvence pohybu začínající dopadem paty jedné dolní končetiny a končící dopadem paty stejné dolní končetiny. Každá dolní

končetina má svůj vlastní krokový cyklus, které jsou vůči sobě o polovinu fáze posunuty.

Fáze kroku

- **fáze stojná** – noha je v kontaktu s podložkou. Tvoří cca 60 % krokového cyklu v závislosti na rychlosti a funkci.
- **fáze švihová** – noha je mimo kontakt s podložkou. Tvoří cca 40 % krokového cyklu.

Stojná fáze (stojná dolní končetina zajišťuje přenesení těžiště z výchozí polohy kroku přes vertikálu do konečné polohy) je rozčleněna na jednotlivé části.

- **Úder paty** (dopad paty na podložku) – hlezenní kloub je na počátku v dorziflexi či neutrální poloze a zahajuje pasivní plantární flexi, při které se chodidlo pokládá na podložku. Kolenní kloub je téměř v extenzi, kyčelní kloub jde do extenze.
- **Došlap** – v subtalárním kloubu dochází k pronaci, zatímco přednoží vzhledem k zánoží relativně supinuje. Současně dochází k vnitřní rotaci bérce současně s flexí kolene, kyčelní kloub pokračuje v extenzi. Pánev rotuje na stranu nové oporné dolní končetiny.
- **Střední stoj** – dochází k postupnému přesunu zátěže na předonoží. V hlezenním kloubu probíhá pasívní dorziflexe, v subtalárním kloubu supinace, kolenní kloub zahajuje extenzi se zevní rotací bérce. V kyčelním kloubu pokračuje pohyb do extenze.
- **Zvednutí (odlepení) paty** – začíná období aktivního odrazu. V hleznu probíhá aktivní plantární flexe aktivitou m. triceps surae, v subtalárním kloubu pokračuje supinace, v kolenním kloubu extenze, v kyčelním kloubu pokračuje extenze za nulové postavení.
- Odlepení palce, odraz – pokračuje plantární flexe v hlezenním kloubu, v kolenním kloubu flexe. Kyčelní kloub dokončí maximální extenzi a zahajuje rychlou flexi.

Švihová fáze (kročná končetina ve stejné době provádí 3 švihové fáze pohybu) je rozčleněna rovněž na jednotlivé komponenty:

- **odrazová fáze** (počáteční švih, akcelerace) – začíná v okamžiku odlepení špičky. V kyčelním kloubu probíhá flexe, v koleni zpočátku flexe, v hleznu zpočátku plantární flexe.
- **střední švihová fáze** – celá dolní končetina se relativně zkracuje, tj. flektuje se v kyčelním kloubu, kolenním a dorziflektuje v kloubu hlezenním a přechází přes vertikální osu (největší terapeutický problém u spastické parézy dolních končetin).
- **došlapová fáze** (konečný švih, decelerace, zpomalení) – hlezenní kloub je v dorzální flexi, kolenní kloub se extenduje, tj. aktivuje se m. quadriceps femoris a v závěrečné fázi i jeho m. vastus medialis, končetina se relativně prodlužuje. V této chvíli dochází ke dvojí opoře při chůzi, kdy obě dolní končetiny „stojí".

Fáze dvojí opory vzniká v okamžiku, kdy se obě nohy současně dotýkají podložky (na začátku a na konci stojné fáze). Trvání fáze dvojí opory přímo závisí na rychlosti chůze. Čím je chůze rychlejší, tím je tato fáze kratší a naopak. Při běhu tato fáze mizí.
Chůze má tři části: **zahajovací fázi**, **cyklickou fázi** a **fázi ukončení** (zastavení).

Chůze po rovině je za normálních okolností symetrická a plynulá. Hmotnost trupu se přenáší rovnoměrně z jedné končetiny na druhou, **pánev** zůstává téměř horizontálně (dochází jen k minimálním úklonům), ale lehce se pohybuje do stran. Současně se pánev rotuje kolem vertikální osy a to dopředu na straně kročné dolní končetiny a vzad na straně stojné dolní končetiny. Na straně kročné končetiny je pánev v inklinaci, na druhé straně v reklinaci. Současně dochází vlnovitě k zakřivení páteře do stran, přičemž největší pohyb páteře je v její střední bederní oblasti a distálním a proximálním směrem se postupně vlnění zmenšuje. Horní končetiny se pohybují souměrně a kontralaterálně, pohyb nedominantní končetiny může být výraznější. Pohyb horních končetin vychází z ramen – horní fixátory lopatek jsou uvolněné, dolní fixátory jsou aktivované a stabilizují lopatku. Těžiště těla a hlavy se minimálně vychylují do stran a nahoru a dolů. Dolní končetiny se při chůzi pravidelně střídají, přičemž jedna dolní končetina je v určité chvíli **stojná** a druhá **kročná**.

K modifikaci lidské chůze se řadí **skok** (zkracuje se opěrná fáze ve prospěch letové fáze tak, že v určitém okamžiku jsou obě dolní končetiny v letové fázi a tělo je tak bez opory) a běh (řada po sobě jdoucích krátkých skoků na střídajících se končetinách).

5.4.2 Běh

Běh je plně automatický cyklický pohyb, při němž se cyklicky opakuje běžecký **dvojkrok** jako základní pohybová struktura. V určité fázi běžeckého kroku jsou obě končetiny ve vzduchu (fáze letová je delší). Při běhu zůstávají pohyby kloubů stejné jako při chůzi, ale mění se úhel mezi segmenty na dolních i horních končetinách. Dochází k větší koordinaci svalů.

Běžecký krok sprintera a vytrvalce se liší. Sprinter běží více napřímený, po špičkách (díky tretrám) a má obvykle větší rozsah pohybu horních končetin, zatímco vytrvalec běží spíše přes paty a uvolněněji.

V běhu oproti chůzi chybí fáze dvojí opory. Tělo na krátkou dobu bez kontaktu s opornou bází – pohybuje se v prostoru vpřed a má sklon padat směrem k zemi. Přední dolní končetina bránící pádu se dotýká na konci švihu opěrné báze špičkou nohy před průmětem těžiště. Čím rychleji běžec běží, tím se tato vzdálenost rychleji zkracuje až do místa průmětu těžiště.

Rozlišujeme dvě fáze – švihovou a opornou.

- **Švihová fáze** trvá déle než fáze oporná. Při rychlém běhu se noha dotýká menší plochy opěrné báze (opora se může zkrátit až na bříška metatarsů a na prstce) oproti pomalém běhu. Švihová končetina se více flektuje a tím běžec přibližuje končetinu blíže ke kyčli a tím redukuje moment setrvačnosti a zvyšuje úhlovou rychlost švihu nohy, čímž dovoluje pohyb těžiště směrem vpřed.
- **Oporná fáze.**

Při běhu dochází **v páteři** k torznímu pohybu a přemístění trupu na stranu oporné nohy, jelikož průmět těžiště pro zpevnění polohy jde skrz střed oporné nohy. Zapojují se hluboké krátké svaly, které točí obratle protisměrně na obou krajích páteře. V menším rozsahu se zapojují i delší svaly střední a vrchní

vrstvy zádových svalů. **V kyčli** flexe střídá extenzi. M. gluteus maximus se aktivuje při dopadu nohy. M. quadriceps femoris a hamstringy (m. biceps femoris, m. semitendinosus a m. semimembranosus) stabilizují pánev. **V koleni** flexe vzrůstá s rychlostí běžce a přechází do extenze, která klesá s rychlostí běžce. M. rectus femoris a mm. vasti se excentricky aktivují během flexe (nejvíce se aktivují při extenzi – koncetricky při odvíjení paty). Běžec musí překonat hmotnost těla, která je zvětšená o 20 % v závislosti na zrychleném tempu pohybu. **V hleznech a nohách** se provádí dorzální flexe a plantární flexe. M. soleus a m. gastrocnemius jsou aktivovány během celé oporné i švihové fáze, nejvíce jsou aktivovány při odvíjení prstců. Jsou zapojovány vnitřní svaly nohy, které spolupracují při adaptaci na terén, po kterém běžec běží.

Flexe v kyčelním kloubu při běhu – moment, kdy běžec aktivně zvedá koleno, jsou zapojeny m. quadriceps a m. iliopsoas (agonisté, kteří se zkracují). Jejich antagonisté jsou mm. gluteii a dorsální skupina musculi femoris (m. biceps femoris, m. semitendinosus, m. semimembranosus), které jsou v tomto momentu pasivně uvolněny. Kdyby nedošlo k jejich uvolnění, běh by byl nekoordinovaný.

Po dotyku s opornou bází se stává švihová končetina končetinou zabraňující pádu i opornou končetinou.

Funkce svalů zrychlujících nebo zpomalujících pohyb švihové dolní končetiny je velmi důležitá. Práce svalů uděluje těžišti těla prostřednictvím reakční síly kinetickou energii a má vzhledem k měnící se výšce těžiště i energii potenciální, zejména díky extenzorům pracujícím v uzavřeném řetězci. Vzájemná změna obou typů energií je doprovázena ztrátami, které je nutno minimalizovat u ekonomické chůze.

Část pro zájemce

Historie běhu

V pravěku byla chůze a hlavně běh existenční nezbytností související s lovem, sběrem a jediným možným prostředkem pro předávání zpráv na delší

vzdálenosti. Naši dávní předkové byli nuceni uběhnout i několik desítek kilometrů za den.

Ve starém Řecku byl běh v podobě sprintu jednou z disciplín olympiády. Ve středověku přetrvávaly soutěže v běhu v lidových hrách. V novověku započala renesance běžeckých závodů v Anglii, kde šlechtici vytvářeli kroužky pěstující amatérský běh. Technika běhu se přizpůsobovala pravidlům běhu. Se systematickým nácvikem běhu se začalo po 1. světové válce, kdy vzniklo několik běžeckých škol zaměřených zejména na střední a dlouhé tratě. Aplikací poznatků biomechaniky na techniku běhu bylo dosaženo vhodného poměru mezi frekvencí a délkou kroku. Dnes jsou běžecké disciplíny součástí všech atletických závodů včetně olympiád.

5.5 Patokineziologie posturálně-lokomočních funkcí

5.4.3 Funkční poruchy

Prioritní programy

- Často používané pohybové programy mají v CNS prioritu.
- Jedná se o běžné posturální nebo lokomoční programy, ale i složité obratné rutinní činnosti (např. pletení atd.).

Náhradní programy

- Jestliže se tyto „prioritní“ programy nedají z patologických důvodů oslovit, jsou nahrazeny náhradními programy.
- Jedná se o dočasné šetřící programy, které mají podporovat hojivý proces. Používají-li se déle, než je nutno k regeneraci tkáně, ovlivní strukturu orgánů natolik, že je návrat k původnímu programu obtížný.

Funkční poruchy nebývají spojeny s žádným „objektivním“ strukturálním nálezem. Jedná se o poruchu řídicí funkce nervového systému s následným vznikem kompenzačních opatření a snižováním adaptability člověka na neočekávané vlivy zevního prostředí. Velký vliv na jejich vznik má civilizační prostředí (dlouhodobý pobyt ve stálých podmínkách v bytě nebo na pracovišti,

omezení styku s přírodním terénem dopravou do zaměstnání, stereotypní, málo variabilní práce v civilizačním prostředí atd.).

Důsledkem jsou reflexní změny ve svalové funkci ve smyslu hypotonie a hypertonie (spoušťové body). V rámci aferentního zpracování nocicepce prostřednictvím předprogramovaných posturálních funkcí není tento adaptační proces vázán pouze na vlastní segment, ale na celý motorický vzor zabezpečující automatické držení polohy. Je tak funkčně ovlivněna svalová souhra, která toto držení zabezpečuje (ochrana segmentu vůči gravitaci prostřednictvím účelově změněného posturálního programu.

Schéma ovlivnění posturální poruchy je uvedeno v tabulce 1.

Tabulka 1. Schéma ovlivnění posturální poruchy

Ideální postura
↓
Optimální postura
↓
Posturální porucha
↓ ↓
Porucha struktury Porucha funkce
↓
Posturální korekce
↓ ↓
automatická volní
↓ ↓
nevědomá vědomá

5.4.4 Patologie stoje

Patologie stoje bývají spojeny s mnoha onemocněními a traumaty. Jedná se jak o postižení CNS, tak o nervových postižení drah nebo o postižení pohybového aparátu, která mohou stoj ovlivnit. Může se jednat o samotnou neschopnost vzpřímený stoj zaujmout (DMO, RSM, míšní léze, svalové dystrofie, fraktury

dolních končetin, amputace atd.), o schopnost ve stoji dlouhodobě vydržet (závratě, CMP, mozečkové syndromy, Parkinsonské syndromy a nemoci, posttraumatické stavy, senzorické deficity atd.), vykonávat ve stoji aktivní činnost.

Motorické problémy při klidném stoji:

- zmenšení limitů stability (omezení funkce),
- zvýšené výchylky těžiště (např. u starších osob, mozečkových syndromů atd.),
- časté pády.

Při vyšetření si všímáme zaujaté opěrné báze, nutnosti používat kompenzační pomůcky, strategie (pletencová, trupová), nadměrné aktivity posturálního svalstva (viz obr. 12) a svalových souher. K detekování odchylek lze využít přístrojovou techniku (posturografie, pedobarografie, videografie atd.).

Obr. 12 Nadměrná aktivita trupového svalstva u pacientky s vertebropatiemi

5.4.5 Patologie chůze

Při hodnocení chůze je třeba sledovat **rytmus chůze** (pravidelnost chůze), **délku kroků** (obě končetiny musí mít shodnou délku kroků), **stabilitu** (jistotu při chůzi, schopnost přizpůsobit chůzi terénu), **postavení stojné končetiny**, **šíři oporné báze** dolních končetin (normální je přiměřená, neekonomická je

široká, nebo příliš úzká), **fáze kročné končetiny**, **postavení a pohyby** pánve, páteře a trupu, hlavy, **souhyb horních končetin**, **koordinaci pohybů při chůzi** (celkové zapojování segmentů a svalů při chůzi).

Existuje celá řada patologií chůze, které bývají typickým projevem určitého onemocnění. K nejčastějším patří následující typy.

- **Paraparetická chůze** – je typická u pacientů po neúplných spinálních lézích s částečným ochrnutím (obrnou) dolních končetin. Vlivem oslabení některých svalových skupin se projevuje narušením symetrie krokového cyklu. Dle závažnosti deficitu musí pacient použít kompenzační pomůcky (francouzské berle, peroneální ortézy atd.).
- **Hemiparetická/hemiplegická chůze** je typická u pacientů po cévních mozkových příhodách s postižením (ochrnutím) jedné poloviny těla. Typický pro tuto chůzi je posun tělesné osy ve frontální rovině, obvykle směrem ke „zdravé“ straně a asymetrické zatěžování dolních končetin. Častým projevem bývá elevace a cirkumdukce pletence pánevního jako kompenzační strategie silového deficitu.
- **Diparetická chůze** je typická pro jedince po prodělané dětské mozkové obrně. Nacházíme rozšířenou bázi opory s addukčním a vnitřně rotačním postavením dolních končetin.
- **Peroneální chůze (stepáž, kohoutí chůze)** je typická u pacientů s periferní parézou n. peroneus. Vlivem oslabení dorzálních flexorů hlezna pacientovi přepadá špička do plantární flexe a pacient je nucen více flektovat kyčel, aby nezakopl. Při dopadu na podložku chybí ve fázi prvního kontaktu úder na patu.
- **„Kachní“ chůze** je typická pro pacienty s vrozenou dysplázií kyčelního kloubu. Z biomechanických důvodů pacient odlehčuje kyčelní kloub nadměrnou lateroflexí trupu na straně stojné dolní končetiny.
- **Parkinsonská chůze** je typická pro pacienty s Parkinsonovou nemocí nebo parkinsonským syndromem. Pacient zaujímá typické strnulé flekční držení trupu a kořenových kloubů. Krok je zkrácený (pacient tzv. drobí) a šoupavý, chybí souhyby horních končetin a hrozí časté pády vlivem pulzí a zamrznutí (freezing).

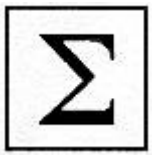
- **Tabická chůze** je typická pro postižení zadních provazců míšních (např. u onemocnění tabes dorsalis aj.). V chůzi se objevuje narušená délka kroku, dyskoordinace, zhoršená posturální kontrola. Pacient je závislý na zrakové kontrole.
- **Ataktická chůze** je spojená s postižením mozečku a vestibulárního systému. Chůze je nestabilní, řešená kompenzačně rozšířením opěrné báze. Zhoršuje se při omezení zrakové kontroly (chůze po tmě, v šeru, se zavřenýma očima).
- **Provazochodecká chůze** se může vyskytovat např. u hysterických osob. Pacient při chůzi zužuje opěrnou bázi, klade jednu nohu před druhou a nadměrně přetěžuje Th/L přechod.
- **Chůze s protézami** – je používána lidmi po amputacích (viz obr. 13). Záleží na tom, o jaký typ protézy se jedná a komu je určena (vliv věku, postižení, polymorbidita atd.).

Obr. 13 Chůze s využitím protéz u oboustranné amputace v oblasti bérců

5.4.6 Patologie běhu

Na nohu běžce působí při každém dopadu síly představující dvoj- až trojnásobek tělesné hmotnosti. Přetěžování pohybového aparátu – zvláště hlavních nosných kloubů. Otřesy při běhu (rychlý běh s dlouhými kroky a tvrdými dopady) může trpět i páteř především pokud je postižená organickými nebo funkčními poruchami.

Běžci s nadváhou – čím větší hmotnost mají, tím vyšší zátěž vytvářejí zejména pro kolenní a kyčelní klouby. Běžci s lehkou nadváhou (BMI 27–30) by měli volit spíše kondiční chůzi nebo nordic walking . Běžci s nadváhou a obezitou (BMI nad 30) by měli volit lehké procházky s postupným přechodem ke kondiční chůzi.



Shrnutí kapitoly

1. Postura znamená aktivní držení segmentů těla v prostředí gravitace. Je zaujata a držena vnitřními silami, kde hlavní úlohu hraje svalová aktivita řízená činností CNS.
2. Rovnováha je schopnost udržovat vzpřímenou polohu těla.
3. Stoj je dynamický proces udržování vzpřímené polohy těla v prostoru, udržování rovnováhy. Jedná se o výchozí polohu pro bipedální lokomoci nebo manipulaci.
4. Lokomoce je přesun těla v prostoru z bodu A do bodu B. Nejčastějším způsobem lidské lokomoce je chůze a běh. Chůze je rytmický střídavý pohyb dolních končetin po podložce se současným souhybem všech částí těla. Člověk používá pro lokomoci bipedální chůzi jako dynamického pohybového celku, při kterém se mění rotační pohyb jednotlivých kloubů na lineární pohyb celého těla. Stereotyp chůze je pro každého člověka charakteristický, osobní, je hluboko zafixovaný, patří mezi základní pohybové stereotypy. Chůze má několik fází, skládá se z jednotlivých kroků.
5. Patologie v posturálně-lokomočních funkcích jsou způsobeny jak na centrální úrovni řízení pohybu, tak postižením nervových drah nebo postižením pohybového aparátu. Projevují se nejen v oblasti hrubé motoriky, ale mohou ovlivnit oblast jemné motoriky.

Kontrolní otázky a úkoly:

1. Charakterizujte posturální motoriku.
2. Popište krokový cyklus.
3. Jaké jsou faktory stability stoje?
4. Jaké typy lokomoce znáte?
5. Vyjmenujte patologické typy chůze.

Úkoly k textu

1. Zformulujte relevantní otázku týkající se studované problematiky a položte ji na semináři ostatním studentům. Zkuste na ni společně nalézt možné odpovědi.

Otázky k zamyšlení:

1. Co byste poradili lidem s nadváhou, kteří chtějí sportovat?
2. Jakou spojitost vidíte mezi posturálními poruchami v oblasti trupového svalstva a poruchou v oblasti jemné motoriky v rámci bimanuálních aktivit?

Korespondenční úkoly

1. Zpracujte návrh terapie posturálně-lokomočních funkcí pro pacienta s diabetes mellitus I. a II. typu.

Citovaná a doporučená literatura

DYLEVSKÝ, Ivan. *Obecná kineziologie*. Praha: Grada, 2007. 190 s. ISBN 978-80-247-1649-7.

KRISTOFIČ, Jaroslav. *Fyzikální aspekty sportovní techniky: kinematická analýza vybraných cvičebních tvarů ze sportovní gymnastiky*. Praha: Karolinum, 1996. 92 s. ISBN 8071841307.

TVRZNÍK, Aleš, Miloš ŠKROPIL a Libor SOUMAR. *Běhání: od joggingu po maraton*. Praha: Grada Publishing, 2006. ISBN 978-80-247-1220-8.

VAŘEKA, Ivan. Posturální stabilita (II. část). Řízení, zajištění, vývoj, vyšetření. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 2002, 4, 122–129.

VAŘEKA, Ivan a Renata VAŘEKOVÁ. *Kineziologie nohy*. Olomouc: Univerzita Palackého, 2009.

VÉLE, František. *Kineziologie: přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy*. 2., rozš. a přeprac. vyd. Praha: Triton, 2006. 375 s. ISBN 80-725-4837-9.

6 Jemná motorika

V této kapitole se dozvíte:

- jaké aspekty zahrnuje jemná motorika.

Po jejím prostudování byste měli být schopni:

- vysvětlit pojem jemná motorika,
- charakterizovat jednotlivé typy jemné motoriky.

Klíčová slova kapitoly: *jemná motorika, manipulace, grafomotorika, oromotorika, vizuomotorika.*

Průvodce studiem

V této kapitole se budeme zabývat dalším typem motoriky – jemnou motorikou. Jedná se o velmi přesné, dovedné pohyby, které jsou součástí všech běžných denních, pracovních i volnočasových aktivit. Souvisí s člověčenstvím obecně, s krásou, uměním, vším, co dělá člověka člověkem. Proto, prosím, věnujte této kapitole pozornost, jakou si zasluhuje.

Na zvládnutí této kapitoly budete potřebovat asi 2 hodiny, tak se pohodlně usaďte a nenechte se nikým a ničím rušit.

6.1 Základní pojmy

Jemná (obratná, dovednostní atd.) **motorika** zahrnuje všechny pohybové aktivity prováděné drobnými svalovými skupinami, zejména rukou, ale i úst či nohou, vyžadující přesnost při plnění motorického úkolu. Je typická pro kreativní aktivity člověka.

K jemné motorice se řadí manipulační aktivity, grafomotorika, logomotorika, oromotorika, mimika a vizuomotorika.

6.2 Manipulace

Manipulace je záměrný cílený ideokinetický (vědomý, mozkovou kůrou řízený) pohyb sloužící k tvůrčí činnosti člověka. Člověk je pomocí manipulace schopen přetvářet svět kolem sebe podle svých představ, záměrů, cílů. Je schopen si vytvářet různé výrobky pro svou potřebu (materiální i duchovní). Tyto výrobky mohou sloužit účelově, jako nástroje, ozdoby, zbraně, přístroje či zdroj představ. Člověk je schopen se díky manipulaci sytit, šatit, pečovat o sebe i o jiné (lidi, zvířata, rostliny atd.), dorozumívat se atd.

Formy manipulace se navzájem prolínají. K těmto formám patří různé typy úchopů, úderů a tlaku prsty či dlaní. Při manipulaci člověk zapojuje jednu ruku nebo obě ruce (bimanuální činnosti). Většina činností je prováděna oběma rukama, někdy si navíc musíme vypomoci i nohama (např. při hraní na některé hudební nástroje, při řízení auta, při jízdě na kole atd.) nebo ústy (např. při špendlení nastříhané látky, přibíjení hřebíčků apod.).

Úchop je aktivní dotyk za spoluúčasti hmatu s bližším cílem dotýkané udržet, s eventuálním dalším cílem užít držené k určité činnosti. Úchop je rozfázován.

Fáze úchopu:

- **přípravná fáze** (prepozice)
  - úsek orientace
  - úsek přiblížení
  - úsek vlastní prepozice
- **fáze úchopu a manipulace**
- **fáze uvolnění**

Nejprve nastává **přípravná fáze (prepozice)**. V této fázi se CNS připravuje na zamýšlený úkon s ohledem na jeho obtížnost, složitost a namáhavost. Zvažuje se hmotnost uchopovaného předmětu, jeho objemnost, umístění v prostoru atd. Tato fáze může trvat různě dlouho v závislosti na zevních okolnostech, dřívější zkušenosti a celkovém i lokálním morfologickém, pohybovém, psychickém a emočním stavu jedince. Začíná seznámením se, odhadem a zhodnocením daných podmínek, pokračuje přípravou pro jejich překonání, tj. posunem

parciálních tělních těžišť a posunem celkového těžiště těla směrem k uchopovanému předmětu spolu s nastavením segmentů těla do aktuálně nejvýhodnější pozice pro uchopení předmětu. **Fáze úchopu a manipulace** začíná okamžikem uchopení daného objektu a jeho fixací v dlani nebo prstech. Navazuje manipulace s daným objektem. Celá fáze je provázena střídavým, dostatečně silným svalovým napětím, které je ovlivněno nejen vlastním uchopením předmětu a jeho fixací, ale i pohyby potřebnými pro manipulaci spolu s udržováním rovnováhy během celé této činnosti. Po vypracování pracovního stereotypu je velká část této činnosti automatická, ale záleží na tom, o jakou činnost se jedná. **Fáze uvolnění** je spojená s úkony spojenými s odložením předmětu a oddálením ruky od daného objektu.

Dělení úchopů:

- **silový úchop** – je hrubý, využívá se pro úkony vyžadující určitou sílu stisku;
- **precizní úchop** – je jemný, využívá se pro úkony vyžadující přesnost.

Jiné dělení:

- **úchop dlaňový, dlaňoprstový** – úchop, na kterém se podílí dlaň a prsty
- **úchop prstový –** úchopu se účastní pouze prsty;
    - **bidigitální** – využívá k úchopu dva prsty, nejčastěji palec a ukazovák;
    - **multidigitální (polydigitální)** – využívá k úchopu více prstů (tri-, tetra-, pentadigitální úchop).

Úder představuje způsob manipulace s předměty bez jejich uchopení, formou různých poklepů či různých typů úderů. K jejich vykonání je nutná určitá síla, přesnost a koordinace. Údery vykonáváme prsty, dlaní či sevřenou pěstí (např. údery prstů na klávesnici počítače, psacího stroje nebo klávesových hudebních nástrojů, tepací úkony maséra či kosmetičky, bubnování prsty apod.). Při jejich provádění může být kromě síly důležitý rovněž rytmus (v případě, že se jedná o sérii úderů).

Tlačení ve smyslu manipulační akce představuje kontakt bříška prstu, dlaně či pěsti s objektem, na který působíme potřebnou silou k vyvolání požadovaného

efektu. Tlak prstem na předmět použijeme např. při zvonění na zvonek, při zatlačení připínáčku do stěny, při akupresuře, při sochání či modelování apod. Tlak dlaní se využívá např. při vzporech o dlaně, při odtlačování těžkých předmětů apod.

Manipulační funkce úzce souvisí s kognitivními (poznávacími) funkcemi mozku. Zahrnují:

- vizuální percepci,
- prostorové schopnosti,
- pozornost,
- paměť,
- plnění úkolů (schéma akce, modely praxe),
- exekutivní funkce (rutinní a nerutinní akce a chování, flexibilní řešení problémů).

6.3 Další formy jemné motoriky

6.3.1 Pedipulace

Pedipulace (z latinského slova *pēs, pedis – noha*) je záměrná, cílená pohybová aktivita, prováděná zejména pomocí nohou. Nohy můžeme používat v některých situacích podobně jako ruce. Nohou si například můžeme podat drobnější předmět, pro který se nechceme nebo nemůžeme ohnout. Nohou můžeme nahmatat tvar a teplotu terénu. Posturálně však je tato situace náročnější, protože jednu z dolních končetin uvolňujeme pro manipulační funkci a druhá dolní končetina musí plnit sama opěrnou funkci. Pro zvýšení jistoty proto často volíme posturálně zajištěnou pozici, například se něčeho přidržujeme, opíráme se apod.

Jako náhradní způsob práce s předměty provádějí pedipulaci lidé, kteří ztratili možnost používat k manipulaci s předměty své ruce (např. po úrazech horních končetin, nebo u vrozených či získaných vad horních končetin).

6.3.2 Oropulace

Oropulace (z latinského slova *ōs, oris – ústa*) je manipulační aktivita pomocí úst. Ústa jsou prvním úchopovým nástrojem člověka. Teprve v průběhu ontogeneze přebírají tuto funkci ruce. Ústa pak zůstávají pomocným, doplňkovým uchopovacím a manipulačním nástrojem, který využíváme v případě, že máme obě ruce zaneprázdněné a potřebujeme nějaký předmět krátkodobě přidržet nebo tehdy, když jsou ruce imobilizovány vlivem traumatu. Vzhledem k tomu, že jsou ústa branou k respiračnímu systému, používají je kuřáci při kouření cigaret a doutníků, muzikanti ke hře na dechové nástroje atd.

6.3.3 Vizuomotorika

Vizuomotorika (z latinského slova *visus*, tzn. *zrak, vidění*) propojuje oční pohyby s pohyby těla (součinnost rukou a očí). Souvisí se zpětnovazební zrakovou kontrolou souhry pohybů rukou při manipulaci a grafomotorice. Souvisí s vizuospaciálními (zrakově–prostorovými) funkcemi mozku. Podkladem je schopnost integrace zrakových vjemů s jemnou motorikou, která je důležitou podmínkou rozvoje grafomotorických dovedností dítěte. Dítě musí viděná písmena zachytit do zrakové paměti a spojit tento obraz ze své představy s pohyby ruky a prstů. Vizuomotorické schopnosti jsou důležitým předpodkladem pro psaní.

Pohyby očí jsou výsledkem souhry šesti párů okohybných svalů. Horizontálně pohybují okem musculi recti mediale a laterale. Pohyb verikálně vzhůru provádějí musculi recti superiores a musculi obliqui inferiores. Pohyb verikálně dolů zajišťují musculi recti inferiores a musculi obliqui superiores. Pohyby očí jsou vzájemně spřaženy a mohou být konjugované (při pohybu očí stejným směrem) nebo disjungované (při pohybu v protisměru)

6.3.4 Oromotorika

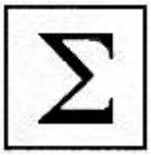
Oromotorika (složené z latinského slova *ōs, oris – ústa,* a *motorika*, tj. *souhrn pohybových aktivit*) zahrnuje pohyby mluvních orgánů (mluvidel) za pomoci

svalů orofaciální oblasti. Uplatňuje se zejména při sebesycení (žvýkací a polykací funkce, sání, špulení rtů atd.) a dalších motorických aktivitách v této oblasti. Úzce souvisí s logomotorikou a mimikou.

6.4 Řízení jemné motoriky

K sáhnutí a uchopení předmětu je potřebná vizuomotorická transformace, zahrnující dva okruhy z primárního vizuálního kortexu k premotorickým oblastem. **Dorzolaterální okruh** (určený pro držení) spojuje zrakovou kůru, přední intraparietální oblast a rostrální část ventrální premotorické kůry. **Dorzomediální okruh** (určený pro sahání) spojuje zrakovou kůru, přední část occipito-parietální rýhy a kaudální dorzální premotorickou kůru.

Na provedení úkolu se podílejí levý parietální lalok, který obdrží zpracované informace z okcipitálního a pravého parietálního laloku. Levý parietální lalok projikuje do frontálních motorických oblastí vlevo pro výkon pohybů pravé HK. Pro obratné pohyby levé strany těla se projikuje aktivita do pravého frontálního laloku cestou corpus callosum. Motorické oblasti ve frontálním laloku zahrnují primární motorickou kůru, která aktivuje svaly protilehlé strany těla cestou kortikospinálních drah, suplementární motorickou oblast, která dostává projekci z parietálního laloku, a premotorickou oblast, která dostává vizuálně percepční informace z okcipitálních laloků. Obě tyto oblasti projikují do primární motorické oblasti. Důležitá je i aktivita mozečku a bazálních ganglií.



Shrnutí kapitoly

- Jemná motorika zahrnuje všechny pohybové aktivity prováděné drobnými svalovými skupinami (zejména rukou, ale i úst či nohou) vyžadující přesnost. Je typická pro činnost člověka. Má celou řadu součástí (manipulace, vizuomotorika, oromotorika).
- Manipulace je záměrná činnost prováděná pomocí drobných svalů rukou s cílem uchopovat předměty a používat je cíleným způsobem.

Zahrnuje nejrůznější kombinace úchopů, úderů či poklepů, kterými člověk přetváří okolní prostředí za účelem sebesycení, sebeobsluhy, vytváření nástrojů a práci s nimi, vytváření uměleckých předmětů atd.

- Pomocí manipulace můžeme provádět rovněž grafomotorické úkony (psaní, kreslení) a další sdělovací a doprovodné formy.
- Pedipulace je záměrná činnost prováděná pomocí drobných svalů nohou s cílem uchopovat předměty a používat je cíleným způsobem. Nohy nemají tak široké spektrum úchopů, jako mají ruce, protože jsou primárně určeny ke stoji a bipedální lokomoci. Jedná se o činnost pomocnou, v nezbytných případech (nevyvinuté horní končetiny, traumata horních končetin) nahrazující činnost rukou.
- Oropulace je záměrná činnost prováděná pomocí úst s cílem uchopovat předměty a používat je cíleným způsobem.
- Součástí jemné motoriky je komunikační motorika. Pomocí rukou, úst i celého těla se lze dorozumívat s jinými živými bytostmi.

Kontrolní otázky a úkoly:

1. Charakterizujte jemnou motoriku.
2. Jaké typy jemné motoriky znáte?
3. Jak je řízena jemná motorika?

Úkoly k textu

1. Zformulujte relevantní otázku týkající se studované problematiky a položte ji na semináři ostatním studentům. Zkuste na ni společně nalézt možné odpovědi.

Otázky k zamyšlení:

1. Zamyslete se, jak používáte pedipulaci v běžném životě.
2. Za jakých okolností používáte oropulaci?

Korespondenční úkoly

1. Vyberte si nejzajímavější otázku a odpovědi na ni, zpracujte je písemně a uložte do e-kurzu do prostředí moodle.

Citovaná a doporučená literatura

LANGMEIER, Miloš a kol. *Základy lékařské fyziologie.* Praha: Grada Publishing, 2009. 320 s. ISBN 978-80-247-2526-0.

OPATŘILOVÁ, Dagmar. Grafomotorika. Jemná motorika. Hrubá motorika. In HANÁK, P. a kol. *Diagnostika a edukace dětí a žáků s těžkým zdravotním postižením.* Praha: IPPP, 2005, s. 21-26, 43-56. 150 s. ISBN 80-86856-10-0.

VÉLE, F. *Kineziologie pro klinickou praxi.* Praha: Grada Publishing, 1997, s. 193-202. ISBN 80-7169-256-5.

VÉLE, František. *Kineziologie: přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy*. 2., rozš. a přeprac. vyd. Praha: Triton, 2006, 375 s. ISBN 80-725-4837-9.

VYSKOTOVÁ, Jana a Kateřina MACHÁČKOVÁ. *Jemná motorika. Vývoj, motorická kontrola, hodnocení a testování.* Praha: Grada Publishing, 2013. 978-80-247-4698-2.

7 Komunikační motorika

V této kapitole se dozvíte:

- základní poznatky z oblasti komunikace a komunikační motoriky.

Po jejím prostudování byste měli být schopni:

- vysvětlit pojem komunikační motorika,
- objasnit vzájemné vztahy mezi jemnou motorikou a komunikační motorikou,
- charakterizovat jednotlivé typy komunikační motoriky.

Klíčová slova kapitoly: *komunikace, komunikační motorika, verbální komunikace, řeč, neverbální komunikace, logomotorika, grafomotorika, mimika, gestikulace, pantomima, haptika, proxemika.*

Průvodce studiem

V této kapitole se budeme zabývat posledním typem motoriky – komunikační motorikou. Jedná se o způsoby dorozumívání se s jinými jedinci pomocí řečových i neřečových forem. Na terapii komunikačních funkcí se ergoterapeuti a fyzioterapeuti podílejí v rámci týmu s dalšími odborníky (logopedy, neuropsychology, speciálními pedagogy atd.), proto této kapitole věnujte patřičnou pozornost.

Na zvládnutí této kapitoly budete potřebovat asi 2 hodiny, tak se pohodlně usaďte a nenechte se nikým a ničím rušit.

7.1 Verbální komunikace

Komunikace je způsob předávání informace mezi dvěma či více jedinci. Rozlišuje se komunikace verbální a neverbální.

Verbální komunikace je dorozumívání se pomocí slov či písma. Využívá slov daného jazyka, ve kterém probíhá sdělování (komunikace). Rozumí jim příslušníci dané skupiny, která si slovní systém vytvořila. Patří sem

- řeč mluvená,
- řeč čtená,
- řeč psaná.

Řeč je artikulovaný, nejčastěji zvukový projev člověka sloužící ke komunikaci. Každá řeč se skládá ze slov, která tvoří slovník určitého jazyka. Slova se skládají z jednotlivých hlásek. Slova jsou symboly s kulturně daným významem. Spojování slov se řídí gramatikou daného jazyka. Řeč je jak nástrojem myšlení, tak prostředkem dorozumívání a prostředkem k autoregulaci. Vývojově se jedná o velice mladý proces, proto existují časté poruchy.

Druhy řeči:

- **vnitřní** – slouží nám samotným, jedná se o prostředek autoregulace;
- **vnější** – slouží k dorozumění s ostatními.

Vnitřní (myšlená) řeč zahrnuje nápad, volbu slova z paměťové zásoby a vložení slova do větného celku. Probíhá pouze v duchu, je však provázaná se svalstvem mluvidel a dechovým svalstvem, které se při myšlené řeči aktivuje

Příklad:

Zkuste si o samotě v duchu složit několik vět. Cítíte nepatrné zachvění mluvidel, pohyby jazyka, rtů, nebo změnu dechového rytmu?Je to důkaz provázanosti myšlené řeči se svalstvem mluvidel.

Vnímání mluvené řeči je vázáno na sluch. Při vnímání mluvené řeči působí spánkový lalok jako akustický analyzátor.

Vnímání čtené řeči je vázáno na zrak. Při vnímání čtené řeči působí týlní lalok jako zrakový analyzátor.

Vyjadřování se váže na motorické zóny ovládající mluvidla (pro mluvenou řeč) nebo ruku (pro psanou řeč). Při vyjadřování slouží jako analyzátor čelní lalok. Pro rychlejší provázanost reakcí v těchto systémech se od dětství vyvíjejí řečové struktury v dominantní mozkové hemisféře (u praváků v levé, u leváků v pravé).

7.1.1 Logomotorika

Logomotorika (z řeckého slova *logos*, tj. *slovo, řeč*) je pohybová aktivita mluvních orgánů při artikulované řeči. Je součástí verbální sdělovací motoriky.

Hlavní roli zde hrají svaly v oblasti úst. Během řeči mluvidla vykonávají rychlý sled pohybů, které na sebe buď řetězovitě navazují, nebo se navzájem prolínají. Svou roli hraje nádech a výdech s napětím vazů hlasivek, časový sled v zapojení hlasivkových nervů a v napětí hrdelního, patrového či tvářového svalstva, sehranost s funkcí rtů a jazyka, s mimikou a gestikulací.

Ústa se otevírají a zavírají aktivitou žvýkacích a nadjazylkových svalů ovládajících pohyby dolní čelisti v temporomandibulárních kloubech. Rty se pohybují aktivitou svalů uložených v oblasti ústního otvoru. K svalům ovládajícím pohyby rtů patří musculus orbicularis oris, musculus levator anguli oris, musculus risorius, musculus depressor anguli oris, musculus buccinator. Například musculus orbicularis oris spolu s dalšími lícními svaly v blízkosti rtů umožňuje rtům vytvářet nejrůznější tvary potřebné k vyjádření některých hlásek, tzv. retnic. Člověk v podstatě vytváří ze svých rtů specifický hudební nástroj, na který je schopen díky precizní souhře drobných svalů vyluzovat záměrné, kreativní zvuky. Rty se při vyslovování některých hlásek (*b, p, m)* k sobě jemně nebo pevně přitisknou (vytvářejí závěr), zatímco při vyslovování jiných hlásek nebo při pískání či hraní na dechové nástroje vytvářejí úžinu.

7.1.2 Grafomotorika

Grafomotorika je soubor psychomotorických činností, které jedinec vykonává při psaní a kreslení. Tyto činnosti vypovídají o úrovni CNS. Souvisí s komunikační motorikou.

Písmo se používá na vizuální zápis jazyka se symboly. Psaný projev je náročnější na formulaci, těžší pro dorozumění. Je propojen s vnitřní řečí. Vyžaduje základní vzdělání (gramotnost). K písemným projevům slouží grafomotorika.

Psaní je soubor účelných pohybů, které jsou vykonávány pomocí koordinace oka a ruky. Předpokladem úspěšného osvojení psaní je právě určitý stupeň rozvoje grafomotoriky. Tato činnost vyžaduje jistou úroveň vzdělání.

Kreslení a malování je grafické tvůrčí vyjádření jisté umělecké představy okolního světa. Výsledkem je kresba (grafika) či malba.

Z kineziologického hlediska se jedná o soubor záměrných pohybů prováděných dominantní horní končetinou. Při psaní je nutno použít psací nástroj (tužku, pero, průpisku, štětec, rydlo atd.) nebo přístroj (psací stroj, počítač). Držení psacího nástroje a manipulace s ním je vykonáváno drobnými svaly ruky a je k němu nutná souhra očí a používané ruky.

Podle toho, jakou grafomotorickou činnost provádíme, je nutno zaujmout potřebnou polohu těla (nejčastěji sed, ale i stoj, leh na břiše či na zádech) a držet zvolený psací nástroj správným způsobem. Poloha těla ovlivňuje pohyblivost a stabilitu jednotlivých segmentů horní končetiny, kterou píšeme. Současně je důležité naučit se držet psací nástroj vhodným způsobem.

7.2 Neverbální komunikace

Neverbální komunikace využívá jiné sdělovací formy, bezeslovné (tzv. řeč těla), kterým rozumí lidstvo obecně. Jedná se o souhrn mimoslovních sdělení, která jsou vědomě nebo nevědomě předávána člověkem jiné osobě nebo lidem. Zahrnuje osobní mimosmyslové projevy a postoje, pomocí kterých předáváme informace o tom, jak vnímáme okolí. Většinou bývá vnímána mimosmyslově. Neverbální komunikace vždy doprovází verbální komunikaci.

Patří sem

- mimika, pantomima,
- gestikulace,
- haptika,
- proxemika.
- paralingvistické prvky a způsob projevu.

Úkoly neverbální komunikace:

- podpora řeči,
- nahrazení řeči,
- vyjádření emocí,
- vyjádření vztahu k lidem (např. objetí jako výraz sympatií),
- sebeprezentace,
- hodnocení dějů a lidí.

Mimika je vědomé vyjadřování výrazem tváře, způsobené stahy obličejových svalů. Mimické schopnosti člověka ve srovnání s jinými živočichy silně podporuje plochý obličej bez srsti a bohatá muskulatura. Na výrazu tváře se nejvíce podílí oblast očí a úst. Je zde řada drobných mimických svalů, které umožňují člověku vytvořit potřebný emocionální výraz pro konkrétní situaci (radost, blaženost, smutek, hněv, neutrální výraz, znechucení, odpor atd.). Mimické výrazy jsou většinou nezávislé na kultuře a jazyku. Porucha mimiky má vždy psychický dopad na jedince a může jej sociálně znevýhodnit (např. obrna lícního nervu).

Gestikulace je dorozumívání se pomocí specifických pohybů rukou. Gestikulace spojuje řeč s pohybem. Gesta tvoří první skupinu slov, které se dítě naučí. Druhou skupinu tvoří slova, která si děti vymyslí a třetí skupinu tvoří teprve opravdová slova, která se děti naučí od dospělých. Gesta poskytují doprovodnou vizuální informaci. Zrakové, hmatové a pohybové podněty, které vznikají při řeči a současném provádění gest či znaků, jsou důležité pro vytváření percepčně motorických paměťových stop. Gesta se také využívají jako pomoc při vybavování slov. Pacient je více odkázán na zrak a kinestetické vnímání, protože způsob přenosu u mluveného slova je chvilkový, a proto obtížně zachytitelný.

Pantomima je umělecký způsob vyjádření děje, emočního stavu apod. pomocí mimiky a gestikulace, bez použití hlasu.

Haptika znamená kontakt hmatem. Jedná se o způsob sdělení pomocí bezprostředního tělesného kontaktu s druhým člověkem (např. podání ruky, pohlazení, poplácání po ramenou či zádech či nabídnutí rámě atd.). Bývá

ovlivněna kulturními zvyklostmi. Co je přijatelné v jedné společnosti, nemusí být přijatelné v jiné společnosti. Rovněž záleží na konkrétním vztahu k druhému člověku (příbuzný, přítel, cizí člověk) a společenské roli (např. terapeut – pacient, nadřízený – podřízený apod.).

Proxemika vyjadřuje vztah mezi lidmi prostřednictvím vzdálenosti, kterou k sobě komunikující subjekty zaujímají. Rozlišujeme čtyři základní zóny:

- intimní zóna: do 60 cm,
- osobní zóna: 60 cm až 1,2 m,
- společenská zóna: od 1,2 m do 2 m,
- veřejná zóna: od 2 m dále.

Paralingvistické prvky jsou doprovodné neverbální prvky komunikace.

- **prozodické** – melodie, hlasitost, tempo, rytmus;
- **kinetické** – výraz obličeje, gesta.

7.3 Řízení jazykové komunikace

Proces jazykové komunikace je řízen několika centry v mozku. Jednotlivé oblasti jsou vzájemně propojené. Díky tomuto propojení je možné formování lidské řeči a její percepce.

- Centrum řečového výkonu v mozku je **Brocovo centrum**. Jedná se o motorické centrum řeči. U praváků bývá umístěno v levém frontálním čelním laloku. Při jeho postižení vzniká expresivní afázie (neschopnost mluvit při relativně zachované schopnosti řeči rozumět).
- Dešifrování slyšených signálů se děje v **centru Wernickeově**. Jedná se o senzorické centrum řeči, zodpovědné za porozumění mluvené řeči. U praváků bývá umístěno v levé části mozku.
- Existují i centra grafického záznamu řeči a jeho optického vnímání.
- Na produkci řeči se podílejí i centra v prodloužené míše, mozečku a mezimozku.
- Mezimozek řídí činnost hlasivek, melodie a hlasitost mluvy, její frázování.

7.4 Poruchy komunikačních funkcí

Příčiny poruch komunikace mohou být vrozené nebo získané.

- **Vrozené poruchy** – DMO, těžké sluchové postižení, těžké vývojové vady řeči, mentální postižení, autismus, kombinovaná postižení.
- **Získané poruchy** – afázie při CMP, úrazy mozku, nádory mozku, získané těžké sluchové postižení, získaná kombinovaná postižení.
- **Degenerativní onemocnění** – např. roztroušená skleróza, svalová dystrofie, amyotrofická laterální skleróza, Parkinsonova choroba, Huntingtonova choroba, Alzheimerův syndrom atd.

Porucha tvorby a porozumění řeči se nazývá **afázie**. Bývá způsobena poruchou v oblasti dominantní hemisféry. Je porušena tvorba řeči, jazyka ve všech složkách.

Dysartrie je porucha řeči, při níž je zachována tvorba řeči a rozumění řeči, ale bývá ztížena artikulace.

Současně mohou být přítomny poruchy polykání (dysfagie), poruchy tvorby hlasu (dysfonie) apod.

Augmentativní a alternativní systémy komunikace se pokouší přechodně nebo trvale kompenzovat projevy poruchy a postižení u osob se závažným postižením řeči, jazyka a psaní.

- **Augmentativní systémy komunikace** mají podporovat již existující, ale pro běžné dorozumívání nedostatečné komunikační schopnosti.
- **Alternativní systémy komunikace** se používají jako náhrada mluvené řeči.

Část pro zájemce

Jste schopni odlišit mluvenou holandštinu od japonštiny? Novorozeně po vyslechnutí několika vět ano. Rychlost, s níž se děti učí rozpoznat rytmus a melodii mateřského jazyka, se stala východiskem lingvistického nativizmu. Podle tohoto přístupu lidský mozek obsahuje pomyslný funkční modul, který nás vybavuje schopností naučit se, rozumět a tvořit řeč.

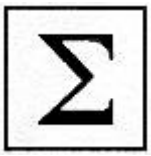
Jednotlivé jazyky jsou postaveny na stejných zákonitostech a schopnost naučit se jim se automaticky vyvine u každého člověka. Náš vrozený jazykový modul obsahuje procesory, které zpracovávají a tvoří gramatické celky. Když se učíme jazyku, procesory jsou velice jemně naladěny na vlny místní mluvy. A právě jemné naladění je nezbytné k tomu, aby se dítě naučilo fonémům (hláskám), morfémům (významovým jednotkám slov), lexiku (slovům a jejich významu) a syntaxi (skladbě). To vše dohromady zajišťuje neuvěřitelnou rychlost, s níž si dítě osvojuje gramatiku i slovní zásobu, a pohotovost, s níž ji užívá. Tříleté dítě si denně zapamatuje velké množství nových slov, aniž by se jim muselo učit. Původní názor, podle nějž se učíme mluvit tím, že napodobujeme slyšené nebo se snažíme přeložit význam do vět pravděpodobně neodpovídá skutečnosti. Jsme totiž schopni vytvořit nespočetné množství správných vět s užitím velmi omezené slovní zásoby. Jsme dokonce schopni vytvořit gramaticky bezchybné věty, jež však nemají žádný význam.

Jazykový modul musí být naladěn na melodii a rytmus mateřského jazyka. Jestliže něčí mateřština nerozlišuje některé fonémy, dotyčný tyto fonémy nebude rozlišovat ani v dospělosti – jeho mozkový modul není na tuto skutečnost nastaven. Například Čech je v raném dětství okolnostmi veden k rozlišování l a r, a proto tyto hlásky bezpečně rozeznává po celý život. Naproti tomu Japonec, který se s češtinou setká až v dospělosti, si už vždycky bude plést slova hlad a hrad. To vše je v souladu s nativistickým názorem, že jazykové zákonitosti jsou zabudovány v mozku a dítě nemusí nic než pozorně naslouchat a osvojovat si slyšené.

Jestliže máme doma novorozeně, můžeme si ověřit, že odlišný jazyk rozpozná. Reaguje na něj podobně jako na jiné neočekávané zvuky – zvýší intenzitu a rychlost dumlání dudlíku. Experimentálně se na novorozeňatech ověřovalo, jak rozeznají rozdíl mezi holandštinou a japonštinou. Zjistilo se, že změna reakce byla skutečně vyvolána změnou jazyka, neboť výměna řečníka žádnou odezvu neměla.

(Barsa, P., 2001)

Shrnutí kapitoly



- **Jemná motorika** a **komunikační motorika** se vzájemně prolínají a úzce spolu souvisí. Některé oblasti jemné motoriky jsou efektory pro komunikační motoriku (**logomotorika**, **grafomotorika**).
- Pomocí manipulace můžeme provádět grafomotorické úkony (psát, kreslit).
- S užíváním slov souvisí **verbální komunikační motorika**. Ta je doprovázena různými gesty, posunky a dalšími průvodními motorickými projevy, které v souhrnu tvoří **neverbální** komunikační motoriku.
- Člověk, který nemůže komunikovat s druhými lidmi, je sociálně velmi znevýhodněn. Trpí společenskou izolovaností daleko více než samotnými nezdary v komunikaci. V případě postižení je proto nutno kompenzovat poruchu. K tomu využíváme **augmentativní** či **alternativní systémy komunikace**. Využívají se jak systémy bez pomůcek, tak s pomůckami

Kontrolní otázky a úkoly:

1. Vysvětlete pojem komunikace.
2. Charakterizujte obsah verbální a neverbální komunikace.
3. Jaké jsou příčiny vzniku komunikačních poruch?
4. Jak je možno kompenzovat poruchy komunikace?

Úkoly k textu

1. Zformulujte relevantní otázku týkající se studované problematiky a položte ji na semináři ostatním studentům. Zkuste na ni společně nalézt možné odpovědi.

Otázky k zamyšlení:

1. Zamyslete se, jak může správné držení těla souviset s tvorbou hlasu. Proč se kvalita hlasu zhoršuje v zátěžových pozicích trupu?

Korespondenční úkoly

1. Zpracujte seminární práci na téma kineziologické a patokineziologické aspekty komunikační motoriky. Dodržte všechny požadavky Ostravské univerzity v Ostravě na zpracování závěrečných prací (viz Portál OU). Nezapomeňte uvést všechny použité zdroje. Hotovou práci umístěte do e-learningového kurzu na Moodle.

Citovaná a doporučená literatura

BARSA, Pavel. Řeč jako to, co si přinášíme do života. [online]. *Vesmír*, 80, říjen 2001 [cit. 2013-09-09]. Dostupné z: <http://www.cts.cuni.cz/vesmir>.

KALVACH, Pavel a Dana BLAŽKOVÁ. Lidská řeč. Kde vzniká a jak souvisí s myšlením? [online]. *Vesmír*, 80, říjen 2001 [cit. 2013-09-09]. Dostupné z: <http://www.cts.cuni.cz/vesmir>.

KRČMOVÁ, Marie. *Fonetika a fonologie*. [online]. Brno: Filosofická fakulta Masarykovy univerzity, 2008 [cit. 2013-09-09]. Dostupné z: <http://is.muni.cz/elportal/estud/ff/js08/fonetika/ucebnice/index.html>.

OPATŘILOVÁ, Dagmar. Grafomotorika. Jemná motorika. Hrubá motorika. In HANÁK, P. a kol. *Diagnostika a edukace dětí a žáků s těžkým zdravotním postižením*. Praha: IPPP, 2005, s. 21-26, 43-56. 150 s. ISBN 80-86856-10-0.

VÉLE, F. *Kineziologie pro klinickou praxi*. Praha: Grada Publishing, 1997, s. 193-202. ISBN 80-7169-256-5.

VÉLE, František. *Kineziologie: přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy*. 2., rozš. a přeprac. vyd. Praha: Triton, 2006, 375 s. ISBN 80-725-4837-9.

VYSKOTOVÁ, Jana a Kateřina MACHÁČKOVÁ. *Jemná motorika. Vývoj, motorická kontrola, hodnocení a testování*. Praha: Grada Publishing, 2013. 978-80-247-4698-2.