

Obsah

1 Úvod do vyšetřování volního pohybu	11
1.1 Záměr předkládané práce	13
1.2 Přehled mechanických parametrů pohybu	15
1.3 Vliv CNS včetně psychiky na průběh volního pohybu	24
1.4 Poznámky pro praxi	38
2 Postup klinického vyšetření	39
2.1 Vstupní diagnóza	39
2.2 Vstupní pohovor	39
2.3 Hodnocení vývoje pohybu i jeho poruch	41
2.4 Hodnocení osobnosti probanda	44
2.5 Hodnocení pacientových předpokladů pro úspěšnou léčbu	47
2.6 Klinické vyšetřovací metody	53
2.7 Druh vyšetřovaných pohybů	57
2.8 Integrovaný způsob vyšetřování	61
2.9 Orientační vyšetření celkovým pohledem	62
2.10 Poznámky pro praxi	65
3 Vyšetření senzorických funkcí	67
3.1 Senzorické podněty	67
3.2 Citlivost na změny počasí	70
3.3 Zvláštní vnímání	71
3.4 Vyšetření zraku	72
3.5 Vyšetření sluchu	76
3.6 Vyšetření čichu a chuti	78
3.7 Vyšetření dotykového cití	80
3.8 Poznámky pro praxi	96
4 Vyšetřování reflexů a reflexních reakcí	99
4.1 Vyšetřování reflexních reakcí	99
4.2 Monosynaptické šlachové reflexy	101
4.3 Hodnocení šlachových reflexů	104

4.4	Nejdůležitější šlachové reflexy	106
4.5	Polysynaptické reflexy	108
4.6	Elementární reflexy posturální (ERP)	111
4.7	Reflexní polohové reakce	112
4.8	Specifické Vojtovy polohové reakce	112
4.9	Komplexní složité automatické pohybové reakce	113
4.10	Význam reflexů a reflexních reakcí v diagnostice a v terapii	115
4.11	Poznámky pro praxi	116
5	Udržování polohy těla – posturální funkce	117
5.1	Účel posturální funkce	117
5.2	Nestabilita (nejistota) držení těla	118
5.3	Polohy těla	121
5.4	Stabilizace – jištění polohy těla	121
5.5	Rozbor stabilizace (jištění) polohy těla vestoje	123
5.6	Hodnocení polohy vestoje	125
5.7	Poloha vsedě	131
5.8	Poloha vleže	132
5.9	Poznámky pro praxi	133
6	Vyšetřování dechových pohybů	135
6.1	Dechové pohyby	135
6.2	Bránice	139
6.3	Břišní svaly	141
6.4	Vyšetřování dechových pohybů	142
6.5	Pánevní dno	143
6.6	Vztahy mezi břišními svaly, pánví a páteří	143
6.7	Valsalvův manévr jako pneumatický podpůrný nosník	144
6.8	Terapeutické využití dechových pohybů	146
6.9	Poznámky pro praxi	148
7	Vyšetřování pohybového rozsahu	151
7.1	Vyšetření palpační technikou	151
7.2	Definice pasivního pohybu	152
7.3	Rychlost pasivního pohybu	153
7.4	Omezení pasivního pohybu	153
7.5	Kloubní vůle	155

7.6 Pohybové rozsahy v základních kloubech	156
7.7 Pohybové omezení – blokáda	157
7.8 Vliv vazivových tkání na rozsah pohybu	159
7.9 Poznámky pro praxi	161
8 Vyšetřování aktivního účelového pohybu	163
8.1 Kvantitativní hodnocení aktivního pohybu	165
8.2 Kvalitativní poruchy volního pohybu	167
8.3 Pomalé pohybové deviace polohy natažených končetin ...	169
8.4 Trvalé úchytky svalového tonu omezující pohyb	168
8.5 Individuální charakter pohybového projevu	172
8.6 Poznámky pro praxi	174
9 Vzájemné vztahy mezi svaly	175
9.1 Pracovní svalové skupiny	176
9.2 Svalové smyčky	175
9.3 Svalové řetězce	178
9.4 Pohybové archetypy	178
9.5 Pohybové programy	179
9.6 Svalová souhra – pohybová koordinace	180
9.7 Stabilizace polohy těla svalovými smyčkami a řetězci	186
9.8 Hlavní svalové řetězce mezi trupem a končetinami	187
9.9 Význam svalových řetězců pro volní účelový pohyb	196
9.10 Přenesené motorické příznaky	197
9.12 Poznámky pro praxi	199
10 Vyšetřování základních obratných pohybů	201
10.1 Úchop a manipulace	201
10.2 Základní pohybové vzory (stereotypy)	203
10.3 Chůze (lokomoce)	204
10.4 Jemné obratné a manipulační pohyby	208
10.5 Duševní práce	209
10.6 Pohybová léčba psychóz	210
10.7 Pohybové chování a jeho tělesné důsledky	210
10.8 Poznámky pro praxi	212
11 Závěr – Stručný přehled vývoje fyzioterapie u nás s výhledem do budoucna	215

Předmluva

Autor publikace si klade za cíl přiblížit fyzioterapeutovi vzájemné funkční vztahy, vznikající při pohybu mezi strukturou, mechanikou, fyziologií, neurofyziologií (řízením pohybu neboli kybernetikou) a myslí, které jsou dány psycho-fyziologickou korelací. Jejich pochopení je klíčem k poznání příčin pohybových poruch, ale i ke zvolení vhodného postupu, jak tyto poruchy léčit. A to podle vlastního uvážení s použitím vhodných prvků z vyučovaných postupů. Dokáže-li terapeut odhadnout příčinu poruchy, protože rozumí uvedeným vztahům, pak již bude tušit, jaké kroky podniknout, aby byla terapie úspěšná a poškozená funkce se restituovala nebo alespoň zlepšila. Podle toho také zvolí vhodnou léčebnou techniku.

Úvod do vyšetřování volního pohybu

Pohyb je základní vlastností života, jeho poruchy jsou zdrojem somatických i psychických potíží a výrazně omezují pohybové chování člověka po stránce fyzikální, mentální, společenské i sociální. Pohyb člověka je složitý proces. Máme-li úspěšně zasáhnout a napravit poruchu pohybového chování, je zapotřebí vyšetření mnoha parametrů. Při vyšetřování pohybu (nebo lépe pohybového chování) záleží na úhlu pohledu, který ovlivňuje interpretaci získaných dat, a tím i diagnostiku, terapeutický postup a jeho efekt. Hermeneutická interpretace pohybu znamená více možných výkladů daného jevu podle stanoviska vyšetřujícího, na kterém závisí výsledný efekt vyšetřovacího i léčebného přístupu.

Běžně používaný **fyzikálně-mechanický lokální úhel pohledu** se zaměřuje na **fyzikální strukturu organismu** a na **mechaniku pohybu v místě poruchy**, kde nemocný udává bolest, a menší pozornost se věnuje ostatním zachovaným strukturám. Vliv mentality (psychiky) na pohyb se považuje za subjektivní doprovod pohybu, který lze při objektivní analýze pohybové mechaniky zanedbat.

Psychologický úhel pohledu je zaměřen na **hodnocení pohybové funkce**, která však ovlivňuje i formování struktury orgánu. Dále se hodnotí i charakter osobnosti a jeho vliv na pohybové chování, které

může samo poruchu motoriky způsobit. Fyzikální vyšetření se hodnotí stejně jako řízení pohybové funkce.

Každý z těchto přístupů zdůrazňuje určitou složku pohybu, je proto pouze částečným vyšetřením, které je zjednodušující povahy a nesplňuje podmínku komplexního vyšetření pohybové poruchy.

Kineziologický a celostní úhel pohledu zahrnuje oba přístupy. Využívá k tomu znalosti nejen pohybové mechaniky, ale i fyziologie, kybernetiky (pojednávající o řízení pohybu), neurověd a klinické psychologie. Hodnotí sílu svalů a rozsah pohybu a do vyšetření zahrnuje i vzájemnou svalovou souhru – koordinaci. Zároveň hodnotí posturální funkci, jejíž vada způsobuje poruchy držení těla. Bere v úvahu i funkci vnitřních orgánů, které rovněž ovlivňují průběh pohybu. Vyšetřuje i možnost druhotného působení lokální poruchy na vzdálenější segmenty. Používá k tomu integrující pohled, který rychle a přehledně informuje o celkovém stavu pacienta. Sledování časového rozvoje lokální poruchy pohybu a doprovodných posturálních pohybů dává možnost vytyčit, jak se může pohyb vyvíjet do budoucna a jaká opatření je možno preventivně učinit, aby se vývoj dále neubíral patologickým směrem. Tušení neboli intuice je subjektivní povahy a není pro vědu průkazné. Hérakleitos přirovnal vývoj pohybu i života ke kroku do proudu řeky, který není opakovatelný. Při opětovném vyšetřování je proto nutné počítat i s nepřesností při opakování pohybu v průběhu pohybového experimentu, který má potvrdit naši předpokládanou teorii.

Úkolem terapeuta není vyšetřovat pouze poruchu pohybové mechaniky, působenou patologickou změnou struktury, ale především poruchu pohybové funkce celé pohybové soustavy neboli poruchu pohybového chování, která je ovlivňována poruchami struktury i poruchami řízení pohybu z CNS a poruchami funkce vnitřních orgánů a svalů na podkladě funkce vzájemné psychofyziologické korelace.

Každý normální i vadný pohyb je kontrolován nervovou soustavou. Z toho důvodu se restituce porušené funkce, kterou provádí fyzioterapeut nebo ergoterapeut jako rehabilitaci, stává **neurorehabilitací**. Je tomu tak i v případě, že se jedná o zcela strukturální poruchu (například frakturu), neboť i restituce tohoto stavu je řízena CNS (mozkem). Proto ji nelze označit pouze za strukturální poruchu **myoskeletálního systému**, jak se to nyní často stává, a tím vylučovat participaci CNS na řízení pohybové restituce.

Porucha struktury je doménou rekonstrukční chirurgie, nikoliv fyzioterapie, která se používá po operačním zákroku. Terapeut není chirurg, proto věnuje v diagnostice pozornost pohybové funkci – na rozdíl od diagnózy lékařské, která vychází z patologie struktury. Pohybovou funkcí ovlivňuje nejen změna struktury, ale stejně i změna v řízení pohybu, mentální pochody nebo odchylka funkcí vnitřních orgánů, které jsou řízeny rovněž centrální nervovou soustavou (CNS). Zkušený terapeut musí při rozboru poruchy využít analyzující a zároveň i integrující přístup tím, že hodnotí více parametrů současně. Každá motorická porucha totiž ovlivňuje funkci celého organismu. Zkušený terapeut si proto musí být vědom i opačného vlivu orgánů na řízení pohybu podle zmíněné vzájemné psychofyziologické korelace mezi myslí, svaly a vnitřními orgány.

1.1 Záměr předkládané práce

Účelem tohoto pojednání není popisovat podrobně techniku klinického fyzikálního vyšetření pohybové funkce. Tu si totiž musí každý individuálně přizpůsobit sobě i pacientovi podle zásad, z nichž je třeba vycházet při klinickém fyzikálním vyšetřování a terapii pohybových poruch. Tato příručka pro vyšetřování pohybové funkce pojednává o výše zmíněných zásadách a vychází z poznatků získaných z vlastních praktických zkušeností při klinickém vyšetřování osob postižených pohybovými poruchami a z literárních údajů o pohybové funkci osobně ověřených praxí. Volní pohyb vyšetřovaný podle Newtonových zákonů řídí myšlení, které pokládá Aristotelés za rozumovou činnost (nús) ducha (spiritus, pneuma, psýché), který je nehmotné povahy. Duše se obvykle dělí na dvě složky:

1. **složku animální (tělesnou)**, která odchází spolu s tělem při smrti, a
2. **složku spirituální (duchovní, rozumovou, nehmotnou)**, která je spíše povahy matematické funkce, proto nemůže odejít s tělem. Názor na nehmotnost ducha (duchovní složky duše) nebyl nikdy vědecky prokázán ani popřen, přesto je nutné s mocí této duchovní složky podle subjektivních zkušeností počítat. Dokáže totiž ovlivňovat pohybový projev nejen jednotlivce, ale i skupiny jednotlivců ve formě davové psychózy, kdy jednotlivci jednají i proti svým běžným zásadám a bez rozumové kontroly svého pohybového chování.

Volní účelový pohyb je sice vědomý, ale může probíhat i podvědomě nebo může být ovlivňován tzv. kolektivním nevědomím (podle C. G. Junga). Potom probíhá pohyb proti vůli jedince, případně i s jeho vůlí, aniž si to dotyčný uvědomuje – jedná pak nepřírozně jako zbaven smyslů, jak tento stav uznává i soud, hodnotící zodpovědnost člověka za jeho pohybové chování. Pohyb může probíhat i zcela podvědomě, koordinovaně a účelově, jako je tomu u náměsíčníků nebo u malého epileptického záchvatu.

Pro navržení vhodného léčebného postupu pro restituci nebo alespoň substituci dané pohybové poruchy (pohybové funkce) musí terapeut vyšetřit nejen mechaniku pohybu, ale i vliv aktuálního stavu pacientovy mysli, která se na průběhu pohybu podílí řízením. Do vyšetření musí zahrnout alespoň přehledně i logistiku, která zásobuje tělo potřebnou energií, a tím se stává dalším činitelem ovlivňujícím pohyb. Protože je však člověk i tvorem společenským (*zōon politicon*), musí terapeut brát v úvahu i vlivy společenského a sociálního prostředí na jeho pohybové chování. Přitom musí využívat informace z humanitních věd pojednávajících o funkci člověka v přírodě a ve společnosti, v níž se pohybuje a která na něj má podobný vliv jako člověk na přírodu. Aby bylo vyšetření komplexní (úplné) a vyčerpávající, je nutné do něj integrovat všechny vlivy.

Mnohé ze získaných informací lze však hodnotit pouze subjektivně. Objektivní data je možné získat pouze měřením fyzikálních parametrů. Z objektivizace dat získaných měřením v medicíně vychází Evidence Based Medicine. Vliv myšlení na průběh pohybových poruch nelze přesně evidovat, protože probíhá individuálně s určitou nepřesností (náhodně). Je tedy zatížen jistou neurčitostí, proto je předem těžko vypočitatelný. Z toho důvodu musíme vzít v úvahu i subjektivní poznatky a počítat s nimi.

J. Čemusová obhájila ve své disertační práci názor, kterým prokázala fakt, že mezi objektivními daty získanými na svalech magnetickou rezonancí a mezi subjektivními daty získanými na stejných svalech palpací a aspekci není u zkušeného fyzioterapeuta podstatný rozdíl. Znamená to, že i subjektivně získaná data je možné integrovat do examinační pohybové funkce.

Neurofyziologické studie prokazují, že myšlení má přímý vliv jak na funkci svalů, tak i na funkci vnitřních orgánů. Tyto vzájemné obou-

stranné vztahy tvoří zmíněný dvousměrný **psychofyzilogický korelát** mezi funkcí mysli, svalů a vnitřních orgánů. Tento úzký vztah mezi myslí a tělesnými orgány od sebe nelze oddělovat, protože spolu tvoří jeden funkční celek. Přesto se často mysl (psychika) od fyzického těla odděluje, jak to v 17. století učinil René Descartes. Jeho rozdělení se používá dodnes a je stále zdrojem mnoha konfliktů.

Vyšetření pohybu nesmí být schematické ve formě kuchařského receptu, ale musí respektovat variabilitu individuálního rozvoje poruchy pohybu, včetně vlivů dědičnosti. Vyšetření je nutné přizpůsobit osobnosti nemocného a okolnostem, které se na vzniku poruchy mohly podílet. Musí být šité na míru vyšetřované osobnosti a nesmí být „sériové konfekční povahy“.

Cílem klinického vyšetření pohybové funkce je stanovit kineziologickou diagnózu poruchy pohybové funkce jak po stránce kvantitativní, tak i po stránce kvalitativní. Podle této diagnózy navrhuje terapeut účinný léčebný postup, který nazýváme **pohybovou reedukací** neboli **pohybovou výchovou**. Jde nejen o fyzikální proces, ale současně i o proces pedagogický, psychologický, a tím i mentální (psychický). Při tomto návrhu může dojít i k rozporu mezi lékařem a terapeutem, který je nutné řešit společnou konzultací.

Při vyšetření je třeba hodnotit strukturální, mechanické, logistické, kybernetické (řízení) i psychologické parametry, a proto je nezbytné stručně se seznámit s jejich významem pro pohyb.

1.2 Přehled mechanických parametrů pohybu

Pohybová porucha se projevuje mechanicky zmenšením pohybového rozsahu a snížením svalové síly často provázené bolestmi. S těmito potížemi, které omezují pohybové chování a mají vliv i na mentální stav, pacienti nejčastěji přicházejí. Pohyb hmotného tělesa, kterým je i lidské tělo, dělíme z fyzikálního pohledu na pohyb přímočarý, otáčivý a cyklický.

Než začne působit síla, je třeba hodnotit vlastnosti tkání, na které síla působí, jejich elasticitu, pružnost, pevnost, poddajnost, hustotu a reologické vlastnosti, které rovněž rozhodují o vlastnostech a průběhu pohybu.

1.2.1 Rozdělení pohybu

Přímočarý pohyb se u člověka vyskytuje zřídka, a to buď při volném pádu, nebo při jízdě v dopravních prostředcích. Měříme jeho rychlost a dráhu a hodnotíme moment účinkující síly.

Čistě otáčivý pohyb rovněž není častý a vyskytuje se nejčastěji jako rotační složka pohybů. Měříme jeho úhlovou rychlost (v úhlových stupních za sekundu). I zde hodnotíme moment působící síly. Rotační pohyb závisí nejen na silovém impulzu, ale i na poloměru (ramenu) a rovině rotace.

Nejčastějším pohybem u člověka je **cyklický pohyb** kombinující přímočarý pohyb s rotační složkou. Rotační složka pohybu je dána kloubním spojením pohybových segmentů. Nejvíce patrná je na končetinách a zčásti i na páteři a probíhá vždy jen v určitém úseku kruhu.

1.2.2 Působení síly

Krátkodobé působení síly: Překoná-li působící síla setrvačnou hmotu tělesa, tření a odpor prostředí, vzniká přímočarý pohyb. Není-li síla dostatečně veliká, aby překonala hmotu tělesa, pohyb nevznikne a síla se změní v mechanickou a tepelnou energii, která těleso deformuje a oteplí, jako například při práci kováře nebo kameníka.

Trvalé působení síly pohyb zrychluje. Pozorujeme to na volném pádu. Upustíme-li těleso jakékoli hmotnosti, bude jeho rychlost působením gravitace vzrůstat. Bude-li pád brzděn zvýšeným odporem prostředí, bude se rychlost pohybu snižovat. Toho se využívá při zpomalení pádu padákem. Pokud pohyb narazí na pevnou překážku, vzniká deformace, dojde k zahřátí obou styčných ploch a kinetická energie se přemění na mechanickou a tepelnou. Nejčastěji k tomu dochází při dopravních nehodách a je často příčinou smrti.

Parametry pohybu, které hodnotíme: Při hodnocení pohybu je třeba vždy určit všechny parametry: velikost pohybového momentu síly, směr pohybu, rychlost, místo a dobu působení síly a vliv odporu vnitřního i zevního prostředí. Změna parametru změní charakter pohybu. Účinek síly působící zevně na lidské tělo je ovlivnitelný tím, že tělo vytvoří ochranné pohybové programy působící tak, aby se pohyb vnitřní

silou svalů zpomalil, a tím se minimalizovalo možné mechanické poškození (např. při pádu).

Velikost síly: Základní jednotkou síly je 1 Newton (N). V klinické praxi používáme nejčastěji jednotku 1 kilopond (kp), který odpovídá 9,8 N. Sílu měříme nejčastěji pružinovým dynamometrem. Protože svaly při pohybu pracují ve skupinách s různým směrem působení síly, je těžké hodnotit sílu jednotlivých svalů, která rozhoduje o jejich souhře neboli o koordinaci pohybu. V klinickém hodnocení síly podle svalového testu vztahujeme sílu k funkci testovaného svalu (prime mover) v dané rovině. Svalový test má proto jen orientační hodnotu, která je v klinické praxi potřebná pro hodnocení síly svalů, neboť každý pohyb vyžaduje vždy souhru okolních svalů.

Svalová síla působí ve směru tahu svalu a přitahuje pohyblivý segment k segmentu opornému. Tah svalu svírá s osou pohyblivého segmentu určitý úhel záběru. Směr síly a úhel záběru se u dlouhých „záběrových svalů“ v průběhu pohybu mění, což ovlivňuje i jeho účinek. Poměrně málo se mění směr a účinek síly u krátkých svalů stabilizujících klouby. Dlouhé záběrové svaly pracují více izotonicky a stabilizační svaly více izometricky s nevýhodou určitého omezení krevní cirkulace při této funkci.

Místo působení síly: Pro gravitační sílu je místem působení těžiště segmentu. Pro svalovou sílu je místem působení úpon svalu na kosti. Úpon je místem snížené odolnosti při přetížení, proto zde vzniká bolest, která pohyb omezuje. Přetížením úponu svalu vznikají strukturální změny projevující se bolestivými příznaky označovanými jako **entezopatie**. Kolmá složka síly je zdrojem rotační složky pohybu. Podle měnícího se úhlu tahu dlouhých svalů v průběhu pohybu se funkce mění z rotační na stabilizační a naopak. Směr tahu svalu se mění i anatomickým průběhem šlachy, která probíhá přes kostní útvar, působící jako kladka. Takovou úlohu má patela, která zvětšuje malý úhel tahu *m. quadriceps femoris*, a tím i jeho účinnost v určité fázi pohybu. Síla působící na kloub závisí na postavení kloubu vůči svalům, které na kloub působí. Při deviovaném (tzv. decentrovaném) postavení kloubu se zvyšuje jeho opotřeбенí vedoucí ke vzniku artrotických změn v kloubu.

Doba působení síly nebo více sil: Na době působení závisí i účinek síly. Působí-li na těleso několik sil z různých směrů, je výsledný efekt

dán jejich vektorovým součtem. V lidském těle působí na určitý segment většinou několik sil různého směru a v různých časových intervalech, proto je použití jednoduchých mechanických zákonů obtížné.

1.2.3 Newtonovy zákony mechaniky

Zákon setrvačnosti říká, že těleso je v klidu nebo rovnoměrném pohybu do té doby, dokud na něj nepůsobí zevní síla. Čím větší je hmotnost tělesa, tím větší je jeho setrvačnost, proto jsou hmotnější individua stabilnější při udržování i při změně polohy.

Zákon o akceleraci (zrychlení) říká, že zrychlení tělesa je přímo úměrné době působící síly. Zvýšením síly a prodloužením doby jejího působení zvýšíme rychlost hozeného předmětu. Silový moment se může změnit v mechanickou energii, kterou lze použít např. při štípání dřeva, kde je energie závislá na váze sekery a její rychlosti při dopadu. Silového momentu se používá např. v karate. Platí pravidlo o zachování momentu. Silový moment lze přenášet z jednoho segmentu na druhý a lze ho přídatnou silou zvýšit, pokud působí síla ve směru pohybu, nebo snížit, působí-li opačně. Je to patrné např. při hodů rukou. Totéž platí i pro snižování momentu při chytání rychlého míče, kde jde o opačný postup. Velikost potřebného silového momentu pro daný účel je řízena dopředu programově nervovým systémem podle výsledků sensorické signalizace a je průběžně kontrolována sensorickou zpětnou vazbou. Pro stejný účel nemusí být moment stejný, může být připraven nejen programově, ale i ovlivněn současným stavem vnitřního prostředí.

Zákon reakce říká, že při každé akci je přítomna reakce stejné velikosti, ale opačného směru. Gravitační síla působící na knihu ležící na stole je vyrovnána tlakem knihy na stůl (reakce), a proto se kniha nehýbe (statická energie). Kdyby podložka (stůl) zmizela, začala by kniha padat ve směru tíže kinetickou energií. Tento zákon vysvětluje princip chůze po pevném povrchu země. Kdyby nepůsobil tlak nohy na podložku, nebylo by možné se nohou o podložku opřít, odrazit se a tím umožnit účinek propulzní síly při odvíjení nohy od podložky a potom dopadnout zpět na zem účinkem gravitace. V beztížném stavu, kdy tlak na podložku chybí, není možné udělat krok, je možný pouze odraz a nikoli dopad na odrazovou bázi.

1.2.4 Zevní síly působící na pohyb

1. Váha těla (gravitační síla)
2. Síly při kontaktu s pevným tělesem
3. Síly při pohybu v tekutém prostředí

Tření

Tlak při tření je přímo úměrný tlaku na třecí plochu. Velikost třecí plochy má menší význam než tlak. U člověka hraje roli jeho hmotnost a úhel, pod kterým tlak působí (nejúčinnější je kolmý směr). Při příliš rozšířené oporné bázi (nohy příliš od sebe) na kluzkém povrchu je stabilita stoje zhoršená, protože účinnost přilnutí k povrchu je snížena zmenšením úhlu, pod kterým tlak (váha těla) působí. Tření je nutné pro bezpečnou chůzi a je největší na začátku pohybu. Po přechodu tření do skluzu je třecí odpor nižší. Nejnižší je, když se klouzání změní ve valivé tření (kolo).

Odraz

Při kontaktu dvou pohybujících se těles dochází k přenosu hybného momentu. Výsledkem kontaktu je odraz, jehož výsledek závisí na elastických vlastnostech těles, jejich hmotnosti, vzájemné rychlosti a charakteru kontaktní plochy. Odraz u živých bytostí bývá změněn tím, že subjekt očekávající náraz podle senzorické informace zapojí obranné svalové mechanismy, které se snaží přicházející sílu tlumit a absorbovat aktivitou svalů. Při překvapení je výsledek odrazu nebo nárazu jiný než při předvídání nárazu.

Elasticita

Elasticita je schopnost změny tvaru tělesa při absorpci a akumulaci energie a návrat k původnímu tvaru provázený vydáním energie. Vnější tlak působí deformaci tvaru. Pnutí v tělese vzniklé vnějším tlakem deformuje strukturu objektu. Měkká tkáň je schopna lépe absorbovat energii než tvrdá tkáň (kost). Úhel odrazu u tvrdých předmětů se rovná úhlu dopadu jako u světla. U malého elastického předmětu je úhel odrazu větší než úhel dopadu. Úhel odrazu ovlivňuje rovněž otáčení tělesa kolem vlastní osy.

Síly proudění v tekutém prostředí (plyn, voda)

Těmito silami jsou vztlak, strhávání a nadnášení.

Vztlak je dán platností Archimédova zákona, který platí při pohybu ve vodním prostředí, kde je vztlak výrazně větší než vztlak ve vzduchu na povrchu země. Ve vodě je vztlak jen nepatrně menší než váha těla, proto je možné se ponořit. Je-li voda nadměrně slaná, jako je tomu v Mrtvém moři, potom se do vody lze ponořit jedinečně silou.

Strhávání proudem prostředí je síla, kterou cítíme při pohybu dopředu v tekutém nebo plynném prostředí. Při pohybu ve vodě nebo proti větru máme pocit, že náš pohyb vpřed je strháván zpět odporem proudícího prostředí. Tato síla je součtem tlaku prostředí na čelní hraně pohybujícího se objektu, který brzdí pohyb vpřed, s tahem dozadu vzniklým turbulencí (vířením), který rovněž brání pohybu vpřed. Povrchový odpor je malý, jestliže prostředí proudí podél povrchu plynule, laminárně (proudnicově). Jestliže proud kolem povrchu není plynulý, tj. povrch je nepravidelný, nebo je velká rychlost pohybu, vzniká víření (turbulence), které pohybu brání (unášení dozadu). Při nepravidelném povrchu je povrchový odpor velký a pohyb se zpomaluje. Proto pohyb v tekutém prostředí vyžaduje proudnicový tvar pohybujícího se objektu.

Nadnášení proudem vzduchu: Proudnicový tvar je důležitý podle Bernouillioho principu nadnášení, který říká, že tlak v pohybujícím se prostředí klesá, jestliže se rychlost zvyšuje. Tento efekt vytváří sílu s tendencí zvedat objekt vzhůru. Je to důležité pro tvar křídla letadla nebo u ptáků. Horní plocha křídla má větší zakřivení než dolní. Rychlost média nad horní plochou je vyšší než nad plochou dolní. Na horní ploše křídla je tedy nižší tlak než na dolní. Dojde tím k nadnášení z prostoru s větším tlakem pod křídlem do prostoru s menším tlakem nad křídlem. Tato vznosná síla je vždy kolmá k síle strhávací, která působí proti směru pohybu. Bernouillioho efekt se uplatňuje i u rotujícího míčku. Míček rotující ve směru hodinových ručiček bude tažen dolů, míček rotující opačně bude tažen nahoru.

Rotační pohyb

Jestliže na pohybující se objekt působí síla totožná se směrem pohybu těžiště tělesa, dojde k přímočarému pohybu. Síla směřující mimo těžiště působí rotační složku pohybu a tím změnu jeho směru. Účinek působící síly závisí na točivém momentu, který je dán součinem rame-

ne (poloměru) otáčení se silou. Jestliže krasobruslař rotující v upažení náhle připaží, zvýší se rychlost jeho rotace, protože se zmenšilo ramię (poloměr) otáčení. Při hodnocení otáčivého pohybu je nutno hodnotit i směr rotace: směr rotace proti směru hodinových ručiček označujeme znaménkem plus, směr rotace po směru hodinových ručiček označujeme znaménkem minus. Jestliže jsou kladné i záporné točivé momenty vyrovnány, nedochází k pohybu.

Odstředivé a dostředivé síly

Jestliže rotuje těleso upevněné na provaze, vzniká kolem centra tah ven a odstředivá síla (centrifugální), která se snaží konat přímočarý pohyb. Aby se udržel rotační pohyb, je nutné tomu bránit centripetálním (dostředivým) tahem, aby těleso neuletělo.

Dostředivá (centripetální) síla: Aby těleso z rotačního pohybu změnilo směr do pohybu přímočarého, musí se zrušit centripetální tah, který uplatňujeme tahem za provaz. Jestliže provaz upustíme, uvolní se odstředivá síla, rotační pohyb se změní na přímočarý a těleso odlétne ve směru tečny kružnice rotačního pohybu. Tato síla působí na pohybující se těleso, např. když běžec probíhá zatáčkou, musí se naklonit dovnitř, aby blokoval centrifugální sílu, která ho z otáčky nutí ven. Totéž platí pro cyklistu, který se musí v zatáčce rovněž naklonit dovnitř.

Silová dvojice: Síly působící v protisměru nazýváme silovou dvojicí (smyčkou), která může velmi jemně ovládat polohu segmentu (tj. udržovat ji a pružně měnit). Takovéto dvojice sil jsou používány k udržování základní polohy osového systému a její změně.

Funkce páky: Touto funkcí se zabýval již Aristotelés při přenášení síly svalu na kostru. V praxi používáme páku k překonávání odporu, k udělení větší rychlosti nebo k vyvážení zátěže. Je to pevná tyč, která může rotovat kolem pevné opory. Pohyblivé kostěné segmenty v lidském těle slouží jako páky, opírající se v kloubu o pevné místo. Páka má tři důležité body: bod opory, místo působení síly a místo působení břemene. Podle toho, v jakém vzájemném poměru jsou tato tři místa na páce, dělíme páky do tří kategorií:

1. *Dvojvrátná páka* má oporu uprostřed. Jedno rameno je ramenem síly, druhé je ramenem břemene. Příkladem je misková váha se stejnými dlouhými rameny, páka jako nástroj ke zvýšení úsilí po delší drá-

ze (delší rameno síly) nebo páka jako nástroj ke zvýšení rychlosti po kratší dráze.

2. *Jednozvratná páka s působením síly na jenom konci a s oporou na druhém konci a s břemenem mezi těmito body.* Rameno síly je vždy delší než rameno břemene. Jako nástroj se používá v podobě trakaře. Na lidském těle je tento typ páky zastoupen málo nebo sporně, např. při flexi v lokti pouze akcí *m. brachioradialis*, který působí jako podpůrný sval.
3. *Jednozvratná páka s břemenem na konci a silou působící mezi oporou a zá-
těží.* Jako nástroj slouží k udělení rychlosti. V lidském těle se vy-
skytuje převážně tento typ páky. Příkladem je předloktí s úponem
m. biceps brachii jako záběrovým svalem. Opěrný bod o kloub není
pevný, ale pohyblivý, jako je tomu např. u humeru, kde se tento
bod pohybuje podle toho, zda je horní končetina připažena, nebo
vzpažena.

Cyklický pohyb

Rytmicky se opakující fázický pohyb se stává pohybem cyklickým, který je pro pohybový systém nejčastější zejména při lokomoci, jako je chůze nebo běh. U cyklického pohybu je důležitá perioda opakování, kterou označujeme jako kadenci nebo frekvenci kroků. Na kadenci opakovacího cyklu má vliv délka těla.

Kyvadlový pohyb

Švihovou fází dolní končetiny můžeme považovat za pohyb kyvadla, kde kmitočet kyvu je dán délkou kyvadla. Jestliže kadence chůze bude odpovídat rezonanční frekvenci kyvadla dané délky dolní končetiny, je k tomuto pohybu zapotřebí minimum energie. Dodávané minimum energie musí nahradit jenom ztráty vzniklé pohybem v mediu, třením v ložisku atd. V těchto podmínkách nastává rezonance, přenos energie se odehrává v uzavřeném kruhu a tento kyvadlový pohyb odpovídá pohybu rotačnímu. Jestliže změníme frekvenci kyvu, je to možno jenom energií, kterou musíme systému dodat. Proto je kadence mimo rezonanci energeticky náročnější než kadence v rezonanci. V praxi to znamená, že malí lidé mají rychlejší kadenci chůze, velcí lidé naopak pomalejší. Změna kadence je také spojena s větší námahou. Cyklický pohyb při chůzi umožňuje pohyb dopředu.

Cyklický pohyb vzniká i při tanci nebo při opakovaných pracovních úkonech.

Po stránce energetické je cyklická forma pohybu výhodná, protože v sobě zahrnuje jak aktivační fázi, tak i relaxační pauzy, a tím podporuje krevní zásobení, přísun látek i odvod látek odpadních. Dlouhodobě opakovaný cyklický pohyb stereotypního charakteru může mít i negativní význam, protože omezuje pohybové spektrum. Může tak vzniknout disproporce ve funkci určitých svalových skupin, kdy některé jsou posilovány a jiné nejsou používány, což má na strukturu formativní vliv a vznikají různá vadná držení, jak je to známo u lidí obsluhujících určité stroje stereotypním způsobem. Pro udržení dobré celkové kondice je nutno zachovat variabilitu cyklických pohybů, aby se plošně rozprostřelo zatěžování struktur.

1.2.5 Vliv logistiky na pohybové chování člověka

Značný vliv na pohybové chování člověka mají metabolismus, funkce zažívací, vyměšovací, vnitřně sekreторická (hormonální), respirační a kardiální i funkce reprodukčních orgánů. Poruchy vnitřních orgánů se velmi často promítají do různých oblastí osového orgánu (hlava, páteř, pánev). Kvůli poruchám vnitřních orgánů manifestujícím se poruchami páteře či pánve přichází nemocný často nejprve na rehabilitační oddělení, jestliže se vstupní vyšetření řídí podle udávaných bolestivých příznaků na páteři. Aplikace obvyklých procedur však nezabírá, stav se nelepší, a proto je třeba vzít v úvahu psychofyziologický korelát mezi myslí, svaly a vnitřními orgány a konzultovat stav pacienta se specialisty na vnitřní orgány. Jejich úkolem je vyjádřit se k problémům s vnitřními orgány, jejichž činnost se promítá do pohybové soustavy.

Stává se, že původcem vertebrogenních potíží je třeba celiakie a po zavedení vhodné diety se stav upraví. Někteří lékaři se koncentrují často na topické patologické prostředí a podle toho navrhnou léčbu. Pro odborníka je typický lokální aspekt, který ale zároveň zužuje pozorovací horizont a tím celkový pohled na pacienta. Proto se pacient s bolestmi zad, které jsou sekundárními příznaky vnitřních poruch, může snadno dostat přímo na rehabilitaci.

Fyzioterapeut vycházející z celkového (holistického) pohledu na člověka uvažuje též o možnosti původu příznaků z vnitřních orgánů.

Musí proto konzultovat internisty, aby byl odhalen možný původ poruchy právě ve vnitřních orgánech. Klinická kineziologická a diferenciální diagnostika pohybové funkce se stává stěžejním problémem ve fyzioterapii zejména u magistrů, kteří mají rozhodnout o adekvátním terapeutickém postupu. Zvolený terapeutický postup by měl zlepšit poruchu pohybového chování, které se často samo stává příčinou motorických poruch končících u fyzioterapeuta.

Poté co jsme se seznámili se zásadami pohybové mechaniky u člověka, můžeme přistoupit k pohybu z hlediska poznání jeho řízení a účelu. Účelový ideokinetický pohyb, který má svoji mechanickou i mentální řídicí složku, je typickým pohybem člověka.

1.3 Vliv CNS včetně psychiky na průběh volního pohybu

Nervová soustava iniciuje a řídí volní pohyb, čímž vnáší do účelového pohybu neurčitost danou tím, že rozhodnutí provést pohyb nemusí být na stejný podnět vždy stejné a může se měnit dokonce i v průběhu pohybu vlivem náhlé změny vnitřního prostředí. Odlišná motorická odpověď na stejné rozhodnutí myslí závisí nejen na aktuálním stavu vnitřního prostředí, ale i na zkušenostech, jak účelně reagovat na zevní podněty. Tyto dvě podmínky nejsou předem určitelné, a proto je výpočet volního účelového pohybu vždy zatížen určitou chybou a nemůže být vždy přesně evidovatelný, jak to požaduje Evidence Based Medicine.

Descartes rozdělil v 17. století člověka dualisticky na hmotný objekt těla, které podle něj pracuje jako fyzikální stroj, jenž má v prostoru svůj tvar a rozměry (*res extensa*). Činnost lidského těla řídí myšlení (*res cogitans*), které nemá konkrétní tvar, a není proto fyzikální, ale duchovní povahy. Myšlení je vlastností duše a duši má podle Descartesa pouze člověk, nikoliv zvířata, která jsou pouhými automaty. Toto tvrzení neakceptují majitelé psů, kteří vidí, že pes jedná rovněž účelově, tedy myslí, a může být dokonce i vodícím psem pro slepce, jemuž pomáhá v prostorové orientaci.

Podle Descartesa náleží lidské tělo do kompetence fyziků, a tudíž lékařů – v jeho době byli totiž lékaři ztotožňováni se znalci fyziky a ještě dnes znamená v angličtině pojem physician lékaře. Myšlení náleží

do kompetence duchovních věd (v jeho době to byla teologie, dnes sem kromě teologie patří i psychologie a psychiatrie), nikoliv lékařů. Fyzioterapeuti proto mají pečovat podle této koncepce pouze o fyzikální hmotné tělo a jeho fyzikální pochody. Myšlení, které pohyb řídí, mají mít v péči duchovní, případně psychologové, psychoterapeuti či psychiatři a nikoliv lékaři nebo fyzioterapeuti!

Protože však myšlení tvoří s tělem společnou funkční jednotku, jejíž součástí jsou na sobě vzájemně závislé, je tento dodnes zastávaný dualismus těla a myšlení (ducha) rozporný a je stálým zdrojem konfliktů. Lékař i fyzioterapeut musí pracovat vždy s oběma složkami, protože obě pohyby ovlivňují. V praxi se však častěji dává přednost fyzikální složce pohybu, protože zákony o pohybu byly stanoveny Newtonem v 17. století, a proto mají dlouhou tradici. Naproti tomu myšlení, které pohyb řídí, se málo bere v úvahu, protože proces řízení, který zajišťuje myšlení, byl popsán v 19. století, a má proto krátkou tradici. Descartesovi zastánci pokládají myšlení za subjektivní doprovod pohybu, který lze při analýze pohybové mechaniky zanedbat. Řídící pochody byly vědecky zpracovány Wienerem teprve koncem 19. století. Věda pojednávající o tomto tématu nese název **kybernetika** podle řeckého slova *kybernétés* = kormidelník, který řídí plavbu lodi do cíle.

Ukázalo se, že řídicí procesy zpracovávající informace i jejich přenos a vzájemnou výměnu (informatika) ovládají dnes celý svět a urychlují podstatně rozvoj civilizace, jak to dokazuje moderní komunikační technika v podobě internetu a jiných sdělovacích médií.

K podobné výměně a zpracovávání informací dochází i mezi mozem a pohybovými výkonnými orgány i vnitřními orgány. Tato výměna tvoří jeden společný psychofyziologický korelát, který nelze rozdělovat. Avšak v praktické medicíně se vliv mentálních procesů vůči fyzikálním faktorům dosud podhodnocuje. Ukazuje se však, že fyzioterapeuti aplikující ve své praxi vědu o řízení současně s fyzikálním pohledem na pohyb mají lepší diagnostické i terapeutické výsledky, než terapeuti používající především fyzikální přístup k pohybu. Vzhledem k tomu, že jsme se přesvědčili, jaký význam má informatika a řízení ve společnosti, bylo nutné zařadit do pohybové analýzy řízení pohybu i ve fyzioterapii.