

Bronislav Kračmar
Martina Chrástková
Radka Bačáková
a kolektiv

FYLOGENEZE LIDSKÉ LOKOMOCIE



Fylogeneze lidské lokomoce

Bronislav Kračmar
Martina Chrástková
Radka Bačáková
a kolektiv

Recenzovali:

doc. MUDr. Alois Krobot, Ph.D.
prof. MUDr. Ladislav Pyšný, CSc., MPH
doc. RNDr. Václav Vančata, CSc.
doc. MUDr. František Véle, CSc.

Autoři

Radka Bačáková, Jan Busta, Milan Bílý, Lada Čuříková, Ondřej Fanta,
Roman Horyna, Martina Chrástková, Matouš Jindra, Lenka Kovářová,
Jiří Kostínek, Bronislav Kračmar, Zuzana Hejná Kvitková, Petra Matošková,
Petr O. Novotný, Lenka Ryšánková, Tomáš Skála, Martin Škopek, Jan Štěrbá,
Vladimír Süß, Hana Vatěrová, Martina Vystrčilová, Martina Zbořilová

Vydala Univerzita Karlova
Nakladatelství Karolinum
Redakce Václav Hozman
Grafická úprava Jan Šerých
Sazba Nakladatelství Karolinum
Vydání první

© Univerzita Karlova, 2016
© Bronislav Kračmar, Martina Chrástková, Radka Bačáková, 2016
Illustrations © Bronislav Kračmar, 2016
Preface © František Véle, 2016

Výzkum byl prováděn s podporou grantu Grantové agentury České republiky GAČR 406/08/1449; grantů Grantové agentury Univerzity Karlovy; Výzkumného záměru Univerzity Karlovy, FTVS pod označením MSM 0021620864 s názvem Aktivní životní styl v biosociálním kontextu a Programu pro rozvoj vědeckých oborů na Univerzitě Karlově PRVOUK P38.

ISBN 978-80-246-3379-4
ISBN 978-80-246-3388-6 (online : pdf)



Univerzita Karlova
Nakladatelství Karolinum 2016

www.karolinum.cz
ebooks@karolinum.cz

Chůze člověka se v podstatě podobá pohybu čtyřnohých zvířat pohybujících nohama do kříže jako například klusající kůň. Stejně tak člověk hýbe do kříže čtyřmi končetinami, to znamená, vykročí-li pravou nohou, dá dopředu levou paži a naopak.

Leonardo da Vinci (1452–1519)

OBSAH

Poděkování	11
PŘEDMLUVA (<i>František Věle</i>)	13
ÚVOD (<i>Bronislav Kračmar</i>)	17
1. LIDSKÁ LOKOMOCE (<i>Bronislav Kračmar</i>)	20
1.1 Monitorování lidské lokomoce (<i>Vladimír Süss</i>)	24
1.1.1 Krok 1 – Definování cíle modelu	25
1.1.2 Krok 2 – Výběr metod	25
1.1.2.1 Elektromyografie.	25
1.1.2.2 Dynamika	25
1.1.3 Krok 3 – Omezení	26
1.1.3.1 Snímaná frekvence, citlivost přístrojů	26
1.1.3.2 Výběr probandů	26
1.1.3.3 Proměnné veličiny	27
1.1.3.4 Počet pokusů	27
1.1.3.5 Výběr typu modelu	28
1.1.3.5.1 Kinematický model na základě kinematických řetězců	28
1.1.3.5.2 Model vytvořený na základě kritických míst	29
1.1.4 Krok 4 – Měření	29
1.1.5 Krok 5 – Definování kroku	32
1.1.6 Krok 6 – Výběr sledovaných kroků	32
1.1.7 Krok 7 – Normalizace hrubého skóre	32
1.1.8 Krok 8 – Odstranění šumu	33
1.1.9 Krok 9 vytvoření modelu – Matematický a kineziologický popis modelu	36
2. POČÁTKY EVOLUCE SUCHOZEMSKÝCH OBRATLOVCŮ (<i>Bronislav Kračmar</i>)	39
2.1 Vznik končetin suchozemských tetrapodů	46
2.2 Funkce transformovaných končetin	50
2.3 Addukce končetin kvadrupedů pod trup	52
2.4 Trojflexe, trojextenze	59
2.5 Obecná poznámka ke vzniku končetin	61
3. KVADRUPEDIE OBRATLOVCŮ (<i>Bronislav Kračmar</i>)	65
3.1 Systematizace evoluce lokomočních strategií nadřádky <i>Gnathostomata</i> (<i>Lenka Ryšánková, Bronislav Kračmar</i>)	70
3.2 Lokomoce ryb	73
3.3 Lokomoce tetrapodů	74
3.3.1 Lokomoce obojživelníků	74

3.3.2 Lokomoce plazů	75
3.3.3 Lokomoce savců	76
3.3.3.1 Režimy lokomoce savců	78
3.3.3.2 Lokomoce vodních savců (<i>Bronislav Kračmar</i>)	79
3.3.3.3 Strategie volby režimu lokomoce savců (<i>Lenka Ryšánková, Bronislav Kračmar</i>)	83
3.3.3.4 Charakteristika lokomoce savců	83
3.3.3.5 Vzorce lokomoce recentních nonhumánních primátů (<i>Petr O. Novotný</i>)	85
4. PŘÍMÍ PŘEDKOVÉ ČLOVĚKA MODERNÍHO TYPU (<i>Radka Bačáková, Bronislav Kračmar</i>)	91
4.1 Vznik rodu <i>Homo</i>	94
4.1.1 Vývoj moderního člověka (<i>Lenka Ryšánková, Bronislav Kračmar</i>)	97
4.1.1.1 Fylogeneze prehumánních primátů v kontextu rozvoje bipedie rodu <i>Homo</i> (<i>Radka Bačáková, Bronislav Kračmar</i>)	100
4.1.1.2 Dva rozdílné pohledy na vývoj člověka v kontextu bipedie (<i>Bronislav Kračmar</i>)	103
4.1.1.3 Teorie vertikalizace živočišného rodu <i>Homo</i>	105
4.1.1.4 Aktuální koncepce vertikalizace předků člověka	109
4.1.2 Třídění recentních hominidů	120
4.1.3 Systemizace lokomoce primátů (<i>Lenka Ryšánková, Bronislav Kračmar</i>)	121
4.1.4 Typy lokomoce primátů	121
4.1.4.1 Odlišnosti lokomoce primátů od lokomoce ostatních savců	123
4.1.4.2 Odlišnosti lokomoce pozemních a stromových primátů	125
4.2 Obecné poznatky k lidskému pohybu v kontextu lokomoce	125
4.2.1 Posturální systém v kontextu lidské lokomoce (<i>Bronislav Kračmar, Lenka Ryšánková</i>)	126
5. ONTOGENEZE LIDSKÉ LOKOMOCE (<i>Lenka Ryšánková, Bronislav Kračmar</i>)	130
5.1 První trimenon	131
5.2 Druhý trimenon	132
5.3 Třetí trimenon	132
5.4 Vertikalizace do stoje a chůze	133
5.5 Pletenec pánevní v ontogenezi (<i>Bronislav Kračmar</i>)	133
5.6 Reflexní lokomoce (<i>Lenka Ryšánková, Bronislav Kračmar</i>)	137
5.6.1 Reflexní plazení	137
5.6.1.1 Plazení (<i>Bronislav Kračmar</i>)	138
5.6.2 Reflexní otáčení (<i>Bronislav Kračmar, Lenka Ryšánková</i>)	140
6. BIPEDÁLNÍ LOKOMOCE (<i>Lenka Ryšánková, Bronislav Kračmar</i>)	144
6.1 Role horní končetiny při chůzi	145
6.2 Koordinace končetin	146
6.3 Srovnání lidské bipedální a kvadrupedální lokomoce	147
6.3.1 Srovnání lidské kvadrupedální lokomoce s lokomocí ostatních obratlovců	147
6.3.2 Srovnání kroku a cvalu člověka a koně (<i>Zuzana Kvítková, Radka Bačáková</i>)	149
6.3.2.1 Komparace kroku koně a kroku člověka	149
6.3.2.2 Komparace cvalu koně a cvalu člověka	156
6.4 Řízení lokomoce – generátory vzorů pohybu (<i>Lenka Ryšánková, Bronislav Kračmar</i>)	161
6.4.1 Fylogenetický vývoj řízení lokomoce	162
6.4.2 Řízení lokomoce savců	163
6.4.3 Společné řízení různých forem lokomoce	163
6.4.5 Řízení bipedální lokomoce	164
7. PŘIROZENÁ LIDSKÁ LOKOMOCE (<i>Bronislav Kračmar</i>)	166
8. DELFÍNOVÉ VLNĚNÍ – ALTERNATIVNÍ FORMA LIDSKÉ LOKOMOCE VE VODNÍM PROSTŘEDÍ	176
8.1 Ploutvové plavání (<i>Bronislav Kračmar</i>)	180
8.1.1 Objektivizace populární vlny při ploutvovém plavání (<i>Bronislav Kračmar, Radka Bačáková</i>)	183

9. JÍZDA NA KOLE (<i>Bronislav Kračmar</i>)	188
9.1 Pohyb na jízdním kole	189
9.1.1 Cyklistický krok (<i>Lenka Kovářová, Bronislav Kračmar</i>)	189
9.1.2 Jízda ze sedla (<i>Bronislav Kračmar</i>)	196
10. VESLOVÁNÍ (<i>Martina Zbořilová</i>)	199
11. INVALIDNÍ VOZÍK (<i>Hana Vatěrová, Bronislav Kračmar</i>)	209
11.1 Sed na vozíku (<i>Hana Vatěrová</i>)	210
11.2 Technika jízdy na vozíku (<i>Hana Vatěrová, Bronislav Kračmar</i>)	210
11.3 Pletenec ramenní při jízdě na vozíku ve srovnání s přirozenou lokomočí (<i>Bronislav Kračmar</i>)	211
12. OBJEKTIVIZACE „PŘIROZENÉ“ LIDSKÉ LOKOMOCE (<i>Bronislav Kračmar</i>)	217
13. KVADRUPEDÁLNÍ ZKŘÍŽENÝ LOKOMOČNÍ VZOR U ČLOVĚKA (<i>Bronislav Kračmar</i>)	225
13.1 Ověření kvadrupedálního zkříženého lokomočního vzoru 1 (<i>Radka Bačáková</i>)	226
13.2 Ověření kvadrupedálního zkříženého lokomočního vzoru 2 (<i>Bronislav Kračmar</i>)	231
13.3 Ověření kvadrupedálního zkříženého lokomočního vzoru 3 (<i>Martin Škopek, Bronislav Kračmar</i>)	234
14. LIDSKÁ LOKOMOCE PROSTŘEDNICTVÍM PLETENCE PÁNEVNÍHO (<i>Lenka Ryšánková, Martina Chrástková, Bronislav Kračmar</i>)	236
14.1 Chůze	236
14.1.1 Chůze naboso a v obuvi (<i>Martina Chrástková, Radka Bačáková</i>)	240
14.1.2 Lokomoce s nadkolenní amputací (<i>Petra Matošková, Vladimír Süss, Bronislav Kračmar</i>)	242
14.1.2.1 Chůze s berllemi	242
14.1.2.2 Chůze s nadkolenní protézou	244
14.1.2.3 Chůze s francouzskými berllemi	246
14.2 Vytrvalostní běh jako evoluční mechanismus (<i>Jiří Kostínek, Bronislav Kračmar</i>)	248
14.2.1 Vývoj lidského rodu v kontextu fylogeneze běhu	249
14.2.2 Změny umožňující běh	250
14.2.3 Vytrvalostní lov jako konkurenční výhoda	252
14.2.4 Důkazy na podporu teorie vytrvalostního lovu	252
14.2.5 Současná situace	253
14.2.6 Rozdělení běhu podle došlapu (<i>Bronislav Kračmar</i>)	255
14.2.7 Běh v obuvi (<i>Martina Chrástková, Radka Bačáková</i>)	257
15. LYŽOVÁNÍ (<i>Martina Chrástková</i>)	259
15.1 Běh na lyžích	259
15.1.1 Běh na lyžích klasickou technikou	260
15.1.1.1 Kineziologické aspekty soupažného běhu prostého (<i>Roman Horyna, Bronislav Kračmar</i>)	267
15.2 Sjezdové lyžování (<i>Bronislav Kračmar</i>)	271
15.2.1 Komparace oblouků na vnitřní a vnější hraně lyže u lyžařů s jednostrannou nadkolenní amputací	279
15.3 Snowboarding (<i>Bronislav Kračmar</i>)	287
16. LIDSKÁ LOKOMOCE PROSTŘEDNICTVÍM PLETENCE RAMENNÍHO	290
16.1 Objektivizace lokomoce prostřednictvím pletence ramenního (<i>Bronislav Kračmar</i>)	297
17. KINEZIOLOGIE KONČETIN ČLOVĚKA (<i>Lenka Ryšánková, Bronislav Kračmar</i>)	300
17.1 Kineziologie horní končetiny	300
17.2 Kineziologie dolní končetiny	302
17.2.1 Rozhodující svaly dolní končetiny a pánve pro lokomoci člověka jako živočišného druhu (<i>Bronislav Kračmar</i>)	307
17.2.1.1 Gluteální svaly	307

17.2.1.1.1 Musculus gluteus maximus	307
17.2.1.1.2 Musculus gluteus medius	318
17.2.1.2 Musculus quadriceps femoris, vastus medialis	324
18. POSTURA PŘI SPORTOVNÍ LOKOMOCI (Bronislav Kračmar, Martina Vystrčilová)	333
18.1 Krční páteř při sportovní lokomoci	333
18.2 Horizontální optická orientace pro lokomoci	335
18.3 Velký týlní otvor	339
18.4 Synkinéze očních bulbů a poloha krční páteře	345
18.5 Nastavení optimální pozice na kole (Lenka Kovářová)	347
18.6 Experimentální ověření koordinačních vztahů pohybové soustavy při simulované fyziologické a patologické posturální situaci (Bronislav Kračmar)	349
18.7 Decentrace krční páteře při sportovním výkonu	355
18.8 Posturální situace na sjezdových lyžích	358
18.9 Atituda ve fázičké činnosti (Radka Bačáková, Bronislav Kračmar)	363
18.10 Atituda v rizikové posturální situaci (Ondřej Fanta)	367
19. PLAVECKÁ TECHNIKA TĚLESNĚ HENDIKEPOVANÝCH PLAVCŮ S JEDNOSTRANNOU NADKOLENNÍ AMPUTACÍ (Lada Čuříková, Petra Matošková)	371
19.1 Plavecká technika kraul	373
19.2 Plavecká technika znak	374
19.3 Plavecká technika prsa	375
20. RYTMUS LIDSKÉHO POHYBU V KONTEXTU KINEZIOLOGIE (Tomáš Skála, Bronislav Kračmar)	377
20.1 Základní paradigmatata	378
20.2 Propojení fylogenetického a ontogenetického pohledu na vývoj lidské motoriky	378
20.2.1 Reflexní a vegetativní pohyby hladké a srdeční svaloviny	379
20.2.2 Spontánní/autonomní pohyby příčně pruhované svaloviny a vtištěný model vývoje globální motoriky	379
20.2.2.1 Reflexní pohyby příčně pruhovaného svalstva	382
20.2.3 Intencionální ideomotorické pohyby	383
20.3 Uplatnění rytmu v procesu vytváření dynamických pohybových stereotypů	384
20.3.1 Tendence kognitivní (kinestetická)	384
20.3.2 Tendence ekonomická	387
20.4 Rytmičká synchronizace na příkladu lidské lokomoce	388
21. REŽIM LIDSKÉ LOKOMOCE PŘI PŘEKONÁVÁNÍ NADMOŘSKÉ VÝŠKY (Matouš Jindra) ..	395
21.1 Skialpinismus	395
ZÁVĚR (Bronislav Kračmar)	400
PŘÍLOHY	403
1. Posilovací a imitační cvičení (Bronislav Kračmar)	405
2. Posilování kanoistů na divoké vodě (Bronislav Kračmar)	406
3. Pádlování na kajaku a v pádlovacím bazénu (Bronislav Kračmar)	412
4. Jízda na kajaku v bazénu s protiproudem a kliková ergometrie horních končetin (Milan Bílý, Jan Busta)	415
5. Porovnání výsledků zátěžových testů na kajakářském ergometru s dosahovaným výkonem v rychlostní kanoistice (Milan Bílý, Jan Štěrba)	419
6. Veslařský trenažér (Martina Zbořilová)	424
7. Chůze na běhacím pásu a v terénu (Radka Bačáková, Martina Zbořilová)	426
Seznam zkratek	427
Literatura	429
Rejstřík	455

PODĚKOVÁNÍ

Dovoluji si poděkovat několika skvělým lidem, kteří nastartovali můj zájem a formovali názory na lidskou lokomoci, i těm kteří mi umožnili s ostatními spolupracovníky projekt této publikace realizovat.

Jedním z prvních, který motivačně podpořil rodící se koncept, byl před patnácti lety tehdy osmitýdenní Lukáš. Neuvěřitelně „lokomočně“ nadaný jedinec, který po krátké stimulaci předvedl na svůj věk neuvěřitelný výkon. Dokonale spontánně předvedl plazení a otáčení, kteréžto pohybové projevy jsou popsány ve Vojtově reflexní lokomoci. Dále byl pro mě velice inspirujícím šplh na laně bez dopomoci dolních končetin v tzv. olympijském šplhu Petra Bílého. Nejenže byl neuvěřitelně rychle nahoře, ale jeho dolní končetiny zcela mimovolně „kráčely“ po fiktivním vertikálním chodníku v téměř dokonalé simulaci chůze. A samozřejmě Štěpánka Hilgertová se svým koordinačně dokonalým záběrem na slalomovém kajaku evokující představu „baletky na vodě“. A řada dalších skvělých lidí, kterým se ve výzkumu říká nehezky a neosobně probandi. Jako neocenitelný studijní zdroj se ukázalo sledování vývoje pohybového chování obou mých synů, Vojtěcha a Matyáše. K procesu poznávání principů lokomoce přispěl i středně velký, štěkající, strakatý, chlupatý a málo poslušný kvadruped Aron. Rovněž tak čas strávený u výběhů a klecí primátů v pražské ZOO nepovažuji za promarněný.

Rád bych zmínil prim. MUDr. Jiřího Marka, lékaře s pěti odbornými atestacemi, který mistrně kombinoval základní postupy západní medicíny s doplňujícím efektem medicíny východní. Jeho nezapomenutelná, téměř holá věta: „Pohyb je řízen jako celek,“ nastartovala zcela jiný, komplexní způsob myšlení, než který jsme zvyklí v české kotlině používat ještě z období C. K. monarchie. Tento lékař, na vrcholu své kariéry působící v oblasti léčebné rehabilitace, dokázal i díky svým téměř „šamanským“ schopnostem pomoci od potíží tisícům pacientů.

Z velikánů největších mě ozářil z „výšky rozhledny empirie svého věku i svého logického génia“ pan doc. František Věle. Nikdy se na konzultacích nevyjádřil jednoznačně – je to tak nebo tak. Svoje nebohé studenty trápí tím, že pokud mají o daný problém zájem, musí o něm přemýšlet. Z mnoha desítek konzultací s tímto občanský nesmírně skromným člověkem jsem vždy odcházel s pocitem, že jsem nedostal odpověď na svoji otázku. Pochopení se dostavovalo v intervalu 20–30 minut. Jeho náznaky provokují k přemýšlení. Největší dar jsem od něj obdržel v dominantní myšlence *funkčního* pohledu na lidský pohyb. A to i s určitou skepsí k biomechanickým modelům lidského pohybu, které se i přes nesporné monitorovací a programové pokroky jednadvacátého století pohybují neustále ve filozofické dimenzi „člověk = stroj“ století devatenáctého.

Prof. Václav Vojta – bohužel s ním jsem se nikdy osobně nesetkal. Poznání jeho originálních myšlenek mi zprostředkoval pan doc. Véle, jeho někdejší spolupracovník. Dětský neurolog prof. Vojta diagnostikoval a léčil pohybové poruchy dětí. A přitom de facto (aniž to bylo zřejmě jeho primárním odborným zájmem) vytvořil myšlenkové konotace k vývoji obratlovců po přechodu z vodního prostředí na souš. Díky němu začínáme tušit, proč se prostřednictvím pletence ramenního pohybujeme tak, jak se pohybujeme. A jedná se samozřejmě i o další souvislosti vertikalizace, postury a lokomoce i prostřednictvím pletence pánevního, které tento širším světem stále málo objevený génius postuloval.

Nelze nezmínit vlivy dalších hvězd „Pražské rehabilitační školy“. Děkuji svým rodičům, že načasovali můj život do doby léčebného působení Ludmily Mojžíšové, která s původně pouze základním vzděláním pomohla z nesnází mnoha sportovcům. Co je ale důležitější, pomohla rovněž mnoha budoucím maminkám od funkční ženské sterility. Z dalších hvězd Pražské rehabilitační školy nelze nezmínit prof. Karla Lewita, který moje nedokonale formulované představy kriticky nijak nešetřil. Dále prof. Jandu a jeho původní snahu o rozdělení svalů na tonické a fázické a z toho plynoucí formulaci postulátu typicky lidské posturálně lokomoční situace – bipedální chůze. A až je to generačně nezvyklé, děkuji i svému bývalému studentovi prof. Pavlu Kolářovi za jeho syntézu poznatků Pražské rehabilitační školy, jejíž je dnes bezesporu nedílnou součástí, a to za formulaci, precizaci a rozvoj ontogenetických principů lidské postury a lokomoce. Jeho pojetí léčby pohybové soustavy je díky rozvinutí myšlenek prof. Vojty, paní Mojžíšové a jeho vlastní neobyčejné invence často poslední obranou před nástupem ortopedů a chirurgů.

Charismatický pan doc. Václav Vančata nám pomohl vysvětlit proces vertikalizace prehumánních primátů i pohybové chování našich nejbližších žijících příbuzných, primátů nonhumánních. Spíše než jako recenzenta, dovoluji si jej – primatologa světového významu – i bez jeho výslovného souhlasu považovat spíše za spoluautora celého projektu.

Dovoluji si poděkovat i řadě svých pregraduálních a postgraduálních studentů za vůli dotáhnout zdánlivě a často předem biomechanicky zpochybněný disertační nebo magisterský projekt do úspěšného konce. Naprostá většina spoluautorů se rekrutuje právě z nich.

Na závěr poděkování nemůžu opominout ty, kteří se mnou strávili bezpočet hodin diskusí v době svého volného času v kavárnách, vinárnách, při jízdě na kole, na běžkách nebo jen tak. Tímto se tak trochu omlouvám za svoji umanutost v diskusích. Děkuji svojí životní partnerce, rehabilitační lékařce Lucii, za to, že přečkala všechny časové peripetie vydání v kamenném nakladatelství a jako velmi nadaná hráčka softbalu ušetřila našemu textu několik přesných kritických odpalů, které pomohly k logické precizaci textu.

Bronislav Kračmar

PŘEDMLUVA

V monografii se popisuje všestrannost lidské lokomoce, která je možná jak pomocí pánevního pletence s uvolněním horních končetin pro nesení a manipulaci, tak pomocí pletence ramenního i s pomocí obou pletenců.

Pojednává se o vývoji lidské lokomoce, která vychází z vývoje pohybu ve vodním prostředí moře, kde předpokládáme, že vznikl život na Zemi, který se dále rozvíjel na souši lokomocí v horizontále až do lokomoce ve vertikále s uvolněním ramenního pletence pro manipulaci a nesení břemen.

Přechodem obratlovců na souš se zásadně mění forma končetin používaných k pohybu. Voda je rozsáhlá pružně uhýbající opěrná plocha, o kterou je nutno se opřít větší pevnou plochou vlněním těla nebo ploutví, aby vznikl lokomoční pohyb. Naproti tomu je plocha, o kterou se opírá živočich na souši, pevná, ale i členitá, a proto se opěrná plocha (končetina) musí přizpůsobit členitosti terénu pevného, kamenitého, písčitého, nebo dokonce i blátivého, aby se mohlo tělo opřít o terén vlastní silou a posunout se z místa, ke kterému je poutáno gravitační silou.

Ačkoliv se dnes všeobecně tvrdí, že se končetiny a jejich rozložitá kontaktní akra vyvinuly již ve vodě, nelze opominout formativní vliv pohybu na suchozemském povrchu nebo ve vodě, o který se musí končetina opřít, aby mohl vzniknout pohyb těla. Proto se končetiny musely *dovyvítet* na souši. Je to umožněno schopností živého organismu adaptovat se na zevní prostředí, která je řízena nervovou soustavou schopnou vlastnosti terénu vnímat, aby se jim mohla v lokomoci přizpůsobit.

V souvislosti s kapitolou o trojflexi a trojextezi poznamenávám, že reciproční inervaci je nutno brát v souvislosti s rychlostí pohybu, protože při velmi rychlém pohybu agonisty, může „nepracující“ antagonistu pohyb zastavit natahovacím reflexem antagonisty. Tato funkce prodloužení a zkrácení virtuální délky končetiny je podmínkou adaptability chůze na členitost terénu, protože jinak bychom chodili neobratně a nepřízpůsobivě jako po chůdách.

Co se týká kapitoly kvadrupedie obratlovců, je nutno podotknout, že zkřížený lokomoční kvadrupedální vzor lokomoce předních i zadních končetin je zakódován již segmentově v krční a bederní míšní intumescenci, které jsou vzájemně propojeny a platí pro ně pravidla alternujícího fázického a tonického pohybu. Jejich cykly jsou vzájemně posunuty v závislosti na sklonu terénu a rychlosti lokomoce. Tento zakódovaný mechanismus je základem, jehož funkce se upravuje podle aktuálního stavu prostředí, které mozek vnímá a podle přijatých informací řídí charakter lokomoce. Lokomoční pohyb nezahrnuje jenom pohyb končetin, ale i méně nápadný pohyb celého osového orgánu – celého těla, jak jej Vojta popisuje ve své práci

o reflexním otáčení a reflexní zkřížené lokomoci u kojenců při pomalém pohybu na rovném terénu v horizontální rovině.

V pojednání o systemizaci evolučních strategií lokomoce různých druhů se rozebírá vlnivý pohyb ryb, pohyb obojživelníků, plazů, savců suchozemských i vodních a nakonec se studuje lokomoce non-humánních primátů. V této kapitole se ukazuje jednoznačně vývoj různých druhů, který se neopakuje a závisí na podmínkách zevního prostředí geologického i klimatického, které se rozsáhle měnily a vedly k zániku různých druhů s menší schopností přizpůsobit se prudkým změnám prostředí. Jde o selektivní výběr živočichů, který mi připomíná vývoj inteligence mozku, jenž vybírá vjemy a zařazuje je selektivně do kategorií podle určitých měřítek. Tomuto vybírání a slučování do vybraných kategorií říkáme vývoj intelektu i druhů a lze k tomu použít starý a méně známý termín *výběrová slučivost* neboli vývoj intelektu člověka i vývoj druhů. Je zde zmíněn i starý spor mezi evolucionisty a kreacionisty. Autoři se hlásí ke kapitole o přímých předcích člověka. Z této kapitoly vyplývá poznatek, že hominidé přicházejí na scénu před 6–8 miliony let a *Homo* se začíná objevovat před 2–3 miliony let jako *Homo erectus* a pokračuje až do dnešního *Homo sapiens sapiens*.

V kapitole o vývoji moderního člověka se poukazuje na vzájemný obousměrný vztah mezi sociálním prostředím a člověkem. Člověk je podle Aristotela *zoón politikon* neboli *společenský živočich*, který rozvíjí mozek včetně mozečku a vede to ke změně konfigurace obličeje, kde dříve dominovaly čelisti a později čelisti ustupovaly vývoji mozku a obličeje, který začal sloužit komunikaci gesty i zvuky až do komunikace artikulovanou řečí, která dále přispívala k rozvoji diferencovaných mozkových a mentálních funkcí. Tento vývoj diferencovaných funkcí mozkových umožnil bezpečnou vertikalizaci spojenou s bipedální lokomocí, která umožnila pohyb a práci vestoje pro tvorbu nástrojů na ovládnutí zevního prostředí. Tím se ztrácel pozvolna podíl horních končetin na lokomoci ve prospěch jejich manipulační funkce, je však možné horní končetiny použít i k lokomoci ve složitém přírodním terénu. Protože platí, že funkce formuje orgán, je nutno předpokládat, že pro strukturální změny kostry trupu i dolních končetin u člověka je důvodem rozvoj mentálních funkcí, které řídí funkce mechanické. Tím je umožněna adaptace na zevní prostředí, a tím i jeho ovládnutí, jak o tom svědčí poslední překotný vývoj okolní přírody vlivem lidského myšlení a ostatních mentálních funkcí, které vytvořily civilizační technickou kulturu pouze ve zdánlivý prospěch, ale ve skutečnosti v neprospěch kultury humánní.

Výchozím stanoviskem autorů pro bipedální lokomoci je předpoklad, že bipedální lokomoce vychází z kvadrupedální zkřížené lokomoce, která je v míše pevně zabudována u všech kvadrupedů i hominidů i u *Homo sapiens*. Autoři se snaží tento fakt, z něhož vycházel i Vojta, prokázat elektromyograficky i na sportech, které používají k lokomoci horní končetiny – jako šplh na laně nebo jízda na kajaku –, nebo při brachiaci na horizontálním žebříku apod. Prokázali, že s pohybem horních končetin se zkřížené pohybují i dolní končetiny, i když k tomu nemají žádný oporný důvod kromě kajaku. To svědčí o tom, že zkřížená kvadrupedální lokomoce je již jakoby pevně „zadrátována“ v míše u všech kvadrupedů včetně bipedálního člověka, který ve svém ontogenetickém vývoji kvadrupedální lokomocí prochází, jak to popsal Vojta a použil tohoto poznatku ve své včasné diagnostice i v terapii centrálních poruch motoriky v postnatálním období ontogenetického vývoje člověka. Tato zakódovaná kvadrupedální funkce a její projevy se uplatňují jak při chůzi, tak i u sportů, kde se používá k pohybu i svalstva ramenního pletence (brachiace), např. při lezení po skále.

Skupina spolupracovníků zachytila elektromyograficky svalovou aktivitu při normální chůzi i chůzi s holemi nebo s berlemi, lokomoci při různých sportech, abychom získali obraz

o tom, jak dané sporty ovlivňují motoriku. Sledovali pomocí EMG i lokomoci na kole, na bruslích, na lyžích i na snowboardech i na vozíku u paraplegiků používajících vozík, kde dochází k zatěžování ramenního plence a může dojít až k nekroze hlavice humeru.

Autoři správně kritizují tělovýchovnou nomenklaturu, která je založena na pohybu končetin v souřadnicových rovinách. Praktický pohyb ADL (activities daily living) se v těchto rovinách téměř nekoná, ale probíhá nejčastěji v rovinách diagonálních, a to je příčina rozporu mezi tělovýchovnými pracovníky a fyzioterapeuty.

Některé normy délky kroku nebo rozdělení svalové aktivity v aktivních skupinách svalů participujících na daném pohybu jsou odvozeny nejen od výkonných sportovců, ale i od civilistů a z toho plyne závěr, že i EMG studie musí být brány ve svých závěrech relativně, a to vzhledem k individualitě pohybových schémat jednotlivce, která jsou sice geneticky zakódována, ale jsou vystavena působení vlivu zevního prostředí, na které se podle Lamarcka dovede organismus adaptovat. Ovšem mohou být ovlivněna i vnitřním prostředím.

Chůze s holemi (nordic walking) ukazuje, že hole vyřazují funkci stehenních adduktorů, jejichž hlavní funkcí je posturální stabilizace a jistota při bipedální chůzi. Při chůzi s holemi je stabilita chůze zajištěna čtyřbodovou oporou, a proto pokládám chůzi s holemi na rovině za návrat ke kvadrupedii. Potřebná chůze s holemi je tam, kde na šikmém terénu je stabilizační funkce bez holí ohrožena.

Autoři sledují vztahy zkřížené lokomoce ve sportovních disciplínách, zejména ve sportech v přírodě – podrobně studují lyžování klasické i alpinistické disciplíny včetně snowboardingu. Zabývají se problémem stabilizace pohybu podle tzv. hlubokého a povrchového stabilizačního systému. Zastávám názor, že posturální systém sloužící stabilizaci polohy se nedá rozdělit anatomicky na dva oddělené systémy, ale je to jeden společný stabilizující systém, který pracuje v úzké spolupráci s dechovými pohyby a tvoří spolu jeden funkční celek, který pracuje podle toho, jaká je výchozí poloha držení těla nebo ze které vychází i zamýšlený a cíleně orientovaný pohyb, a podle toho používá k zajištění stability polohy i zamýšleného pohybu adekvátní svalové skupiny.

Výchozí poloha ze vzpřímení (Pandžábího centrální zóna) je důležitá a zajišťují ji krátké hluboké meziobratlové svaly a zevní rotátory kolem kyčelního a ramenního kloubu ve vzpřímené poloze podle Basmajiana zvané *shunt muscles* (pomocné svaly). Mimo tuto centrální zónu ve vertikále se zajišťuje stabilizace dlouhými svaly podle Basmajiana zvanými *spurt muscles*. Vedle toho jsou v obou případech iniciátory stabilizačního úsilí jednak bránice, jednak *musculus transversus abdominis*, který je podle Creswella prvním iniciátorem stabilizačního úsilí při změně osy těla vůči ose gravitace, na kterou reaguje jak vestibulární aparát, tak vnitřní svaly nohy a receptory v oblasti planty signalizující okamžité plošné rozložení zátěže. Pojem **centrace kloubů** pokládám za nevyhovující název pro funkci, kterou má zajišťovat, protože se jím míní schopnost krátkých svalů kolem kloubů jistit vzájemné výchozí postavení (polohu) hlavice a jamky tak, aby opotřebení kloubu bylo co nejmenší.

Autoři studují i orientovanou atitudu a její vliv na pohybovou soustavu a nezanedbali ani vliv pohledu, tj. funkce okohybných svalů na pohyb osového orgánu i končetin, který je velmi často při rozbořech opomíjen. Potvrzují tvrzení, že oči vedou pohyb. Zjistili i důležitý fakt, že kontrola zraku při náhlé neočekávané zátěži zlepšuje účinek obranné reakce.

Jde o rozsáhlé společné dílo katedry sportů v přírodě, jejích žáků i vedoucího výzkumného týmu, které má svoje výhody různého přístupu a nevýhody, že se stejný problém vykládá jinými slovy, což ale dokazuje, že lidské myšlení není jednotné; je naopak individuální, a proto

nutí k diskusi, kterou lze dospět k přesnějšímu výsledku. Svoje poznatky autoři konfrontovali vždy s rozsáhlými literárními údaji zabývajícími se obdobnou problematikou.

Snažili se o spolehlivou objektivní dokumentaci svých pozorování ve shodě s *Evidence Based Medicine*, protože jde o práci profesionálních pracovníků ve sportu i fyzioterapeutů pracujících jak s pohybem ADL, tak s pohybem sportovním, a to jak v normálních, tak v patologických poměrech. K tomu účelu použili vždy souběžně více vyšetřovacích metod, fotografie, kamerový videozáznam, EMG, kinematické vyšetření, analýzy zátěže na plantách nohou a věnovali objektivní vyšetřovací technice i jejímu hodnocení i možnostmi omylů celou samostatnou kapitolu.

Za velmi cenný přínos považují vývojovou studii lokomočního pohybu od nejstarší doby jak ve vodě, tak na souši. Chceme-li porozumět průběhu pohybové lokomoční funkce člověka jakéhokoli druhu pohybu ADL i pohybu ve sportu, musíme sledovat vývoj lokomoce od jejích začátků a vidět zachované stálé prvky, které se sice nemusí projevovat přímo, ale ovlivňují přesto současný lokomoční pohyb jakéhokoli druhu od ADL až po sportovní pohyby. Dokazuje to např. i Vojtův přístup k fylogenetické i ontogenetické části pohybového vývoje člověka, ve které se ukazuje, že u bipedálního člověka funguje stále (třebaže někdy jen naznačeně) zkřížený průběh kvadrupedální lokomoce a je zřetelně viditelný v pohybové ontogeneze. Ustupuje do pozadí, ale nezaniká ani u dokonalé a bezpečné bipedální lokomoce, ale projevuje se i v jiných formách lokomočního pohybu zejména ve sportu.

Práce je vybavena velkým množstvím krásných a poučných ilustrací a obrázků, které dokazují dokonalou prostorovou představivost, jež dokáže zřetelně promítnout třetí rozměr do plošného dvojrozměrného obrazu.

Tato názorná dokumentace přesvědčí jistě i ty čtenáře, pro které je doprovodný text nesnadným. Monografie většího a různého obsahu je svým zpracováním přístupná široké veřejnosti, sportovním odborníkům a zejména studentům zájímajícím se o kinesiologii pohybové funkce, ale i pro studenty fyzioterapie.

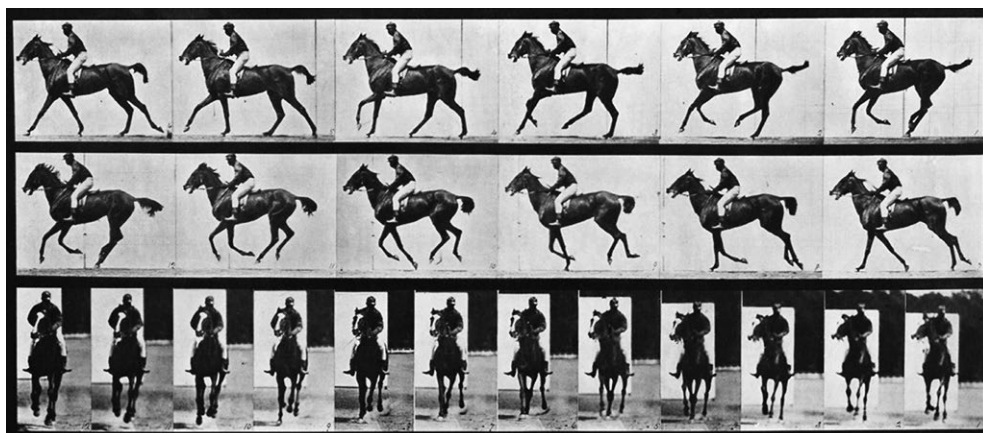
doc. MUDr. František Věle, CSc.

ÚVOD

V roce 1873 se o pohyb zvířat začal zajímat otec kinematografie Eadweard Muybridge. Bohatý chovatel koní Leland Stanford ve stejném roce uzavřel sázku o 25 000 USD. Tvrdil, že se v určitém stadiu koňského klusu ani jedna ze čtyř končetin nedotýká země. Muybridge se rozhodl dokázat, že Stanford má pravdu, a s jeho finanční podporou vytvořil sérii snímků na mokrých kolódiových deskách, které tento výrok potvrdily (Hill 2004). Vítěz sázky byl stanoven (obrázek 1).

Významně větší dopad měla nová metoda v kinematografii a fotografii. Rozvíjející se zobrazovací techniky umožnily získat obrázky diferencovaných poloh, které ve svém celku ilustrují průběh lokomoce zvířat i lidí. Odtud již vedla přímá cesta ke studiu obecných principů lokomoce, pohybových programů a vzorů, které lokomoční pohyb vytvářejí. Do té doby nebylo možno spolehlivě rozhodnout, dotýká-li se nebo nedotýká končetina země...

Chůze, na první pohled velmi jednoduchá, všední činnost. Vidíme a provádíme tento pohyb denně, pozorujeme stovky našich druhově příbuzných *Homo sapiens sapiens*, jak chodí, a nespatrijeme na tom nic zvláštního. Snad proto, že naše planeta je tak zalidněná, že se málokdy ocitáme v naprosté samotě. Každý den někoho potkáme. Vidíme, jak jde. Není



Obr. 1 Diferencované polohy lokomoce koně a postury jezdce (Muybridge, 1887)

důvod hledat za tím, že někdo odněkud někam jde, něco výjimečného. Ale popišme si situaci člověka od narození slepého, který byl podroben operaci, jež mu v jeho středním věku díky medicínskému pokroku poskytla poprvé dar vidění. Tento člověk popisuje jako svůj největší zážitek, jak byl fascinován barvou lidské kůže. Jak je prý ta barva nádherná. Pro normálně vidoucího naprostá samozřejmost. A to taková samozřejmost, že nejsme schopni u bledých lidských etnik barvu kůže verbálně popsat. Podíváme-li se podobně očima prozřelého na lidskou chůzi, začínáme tušit její dokonalost. Jsme schopni zvládat dlouhé vzdálenosti bez velkého výdeje energie, projdeme různými terény, a to i velmi těžkými a nepropustnými, chodíme po schodech, chůzí vyjádříme stav naší mysli. Chůze dvou studentů, kteří rozdílně uspěli u těžké zkoušky, na kterou se připravovali řadu týdnů, bude diametrálně odlišná. Pohybem dávají najevo stav své mysli. Úspěšný student při chůzi „létá“, neúspěšný připomíná „zborcené harfy tón“ Karla Hynka Máchy.

Chůzí po dvou se pohybují i jiní živočichové, ale při srovnání s chůzí lidskou spatřujeme její nedokonalost a neekonomičnost (nedokonalá bipedální postura šimpanze a chůze tučňáka jsou znázorněny na obrázku 2). Pro tyto živočichy je chůze po dvou většinou jenom krátkodobě použitelná varianta lokomoce.

Při chůzi máme volné ruce a můžeme ledacos přenášet. Člověk tuto svoji schopnost v prehistorii navíc umocnil objevením brašny, vaku, takže i při přenášení máme volné ruce, které



Obr. 2 Bipedální postura šimpanze a chůze tučňáka (z antropocentrického pohledu nedokonalé)

Lze při chůzi užívat k jiným účelům. Ať již k míření lukem na kořist nebo k telefonování mobilním telefonem.

Vzpřímený postoj nevystavuje tělo slunečnímu záření tak jako čtyřnohé obratlovce. Tato skutečnost spolu s efektivní termoregulací projevující se pocením podporuje účinnější odvádění tepla, vzniklého svalovou činností. V klimaticky teplých oblastech Afriky, kam dnes lokalizujeme počátky vývoje moderního člověka, tak nehrozilo přehřátí organismu a to zřejmě představovalo významnou výhodu proti lovené zvěři.

Z principů lidské chůze pak vyvěrá mnoho dalších činností. Tyto varianty vycházející z chůzového pohybového vzoru nacházejí uplatnění především v zájmových rekreačních i výkonnostních formách sportovní činnosti. Chůze při překročení rychlosti 7 km.hod⁻¹ přestává být pohodlnou lokomocí a člověk přechází v běh. Ten se od chůze liší pramálo. Obsahuje fázi, kdy se ani jedna končetina nedotýká země. Ale velmi výkonní sportovci užívají archetypálního způsobu běhu, který zřejmě nevychází z pohybového stereotypu chůze, protože nedošlapují na patu. Dodnes se tímto způsobem pohybují běžci v oblastech, které jsou minimálně postižené civilizací – v Keni, v Etiopii, v Mexiku, v Andách.

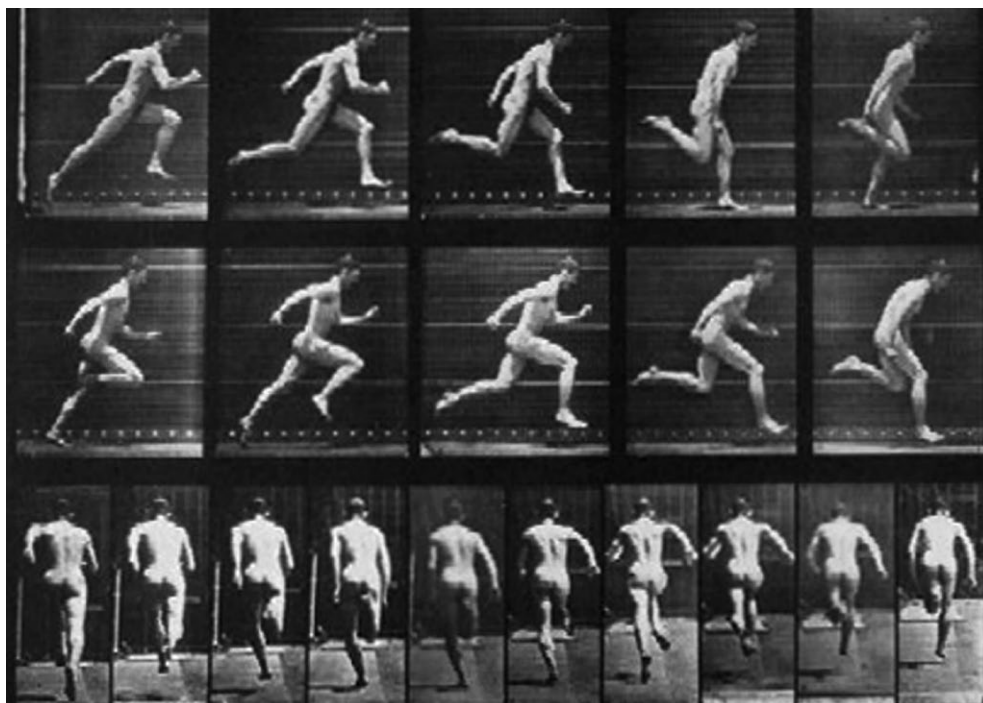
Chůze ale není jediná přirozená forma lokomoce člověka. Umíme se pohybovat i působením síly svých paží. Vyšplháme na strom načesat si zralých třešní, při zvláštních situacích přelezeme plot, Cyrano z Bergeracu nebo Romeo by při troše šikovnosti byli schopni vylézt na kýžený balkón. Trénovaní jedinci jsou schopni šplhat po laně bez pomoci dolních končetin nebo pádlovat na kajaku či šplhat na mnohasetmetrová skaliska. Půlroční kojeneček se také začíná pohybovat ponejprv prostřednictvím svých paží, samozřejmě s částečnou dopomocí dolních končetin.

Za těmito zázraky lidské lokomoce lze tušit její mnohaletý vývoj. Toto neobyčejně obyčejné téma by mělo být náplní předkládané knihy. Autoři si nekladli za cíl vytvořit encyklopedické dílo se systemizací lidské lokomoce. Jejich záměrem bylo uvést do souvislostí jevové stránky lidského pohybu s vývojem lokomoce živočišných druhů směřujících k rodu *Homo*. Profesní specializace nás vedla k využití výsledků objektivizačních výzkumů v oblasti sportu a běžných sportovně rekreačních činností lidí v moderní civilizované společnosti. Čtenář může být poněkud rozčarován „sportovní“ náplní této knihy. Ale ve sportovních činnostech se nachází velký tezaurus různých forem lokomoce. A výkonnostní sport na nejvyšší úrovni je vlastně úžasnou laboratoří, ve které nalezneme limitní situace lidského organismu. Informace z boje výkonnostně nejvýše postavených sportovců o co nejlepší výsledky nám dávají informace o nejvyšší míře ekonomiky pohybu, kterou pak můžeme použít pro svoje rekreační, relaxační, regenerační, rehabilitační a další občanské aktivity.

1 LIDSKÁ LOKOMOCE

V roce 1877 fotografoval Eadweard Muybridge pohyb zvířat a lidí. Pracoval až s třiceti kamerami. Jako výsledek své práce zveřejnil roku 1887 ve Filadelfii 781 světlotisků pod názvem *Animal Locomotion and The Human Figure in Motion* (Muybridge, 1887). Tyto sekvence fotografií pořízených ve zlomcích vteřiny poprvé ukazují diferencované obrazy lokomoce různých zvířat a lidí. Od té doby je odstartován na základě diferencovaných poloh zájem o pohyb živočichů i člověka v rámci jejich životního prostředí, o pohyb označovaný jako lokomoce. Příklad diferencovaných poloh jezdce na koni je uveden na obrázku 1.

Obrázek 3 je pořízený ze dvou synchronizovaných kamer. Je sice primitivní, ale zřejmě se jedná o první synchronizované zobrazení lidského pohybu.



Obr. 3 Běžící muž (Muybridge, 1887)