

 GRADA

OBEČNÁ KINEZIOLOGIE

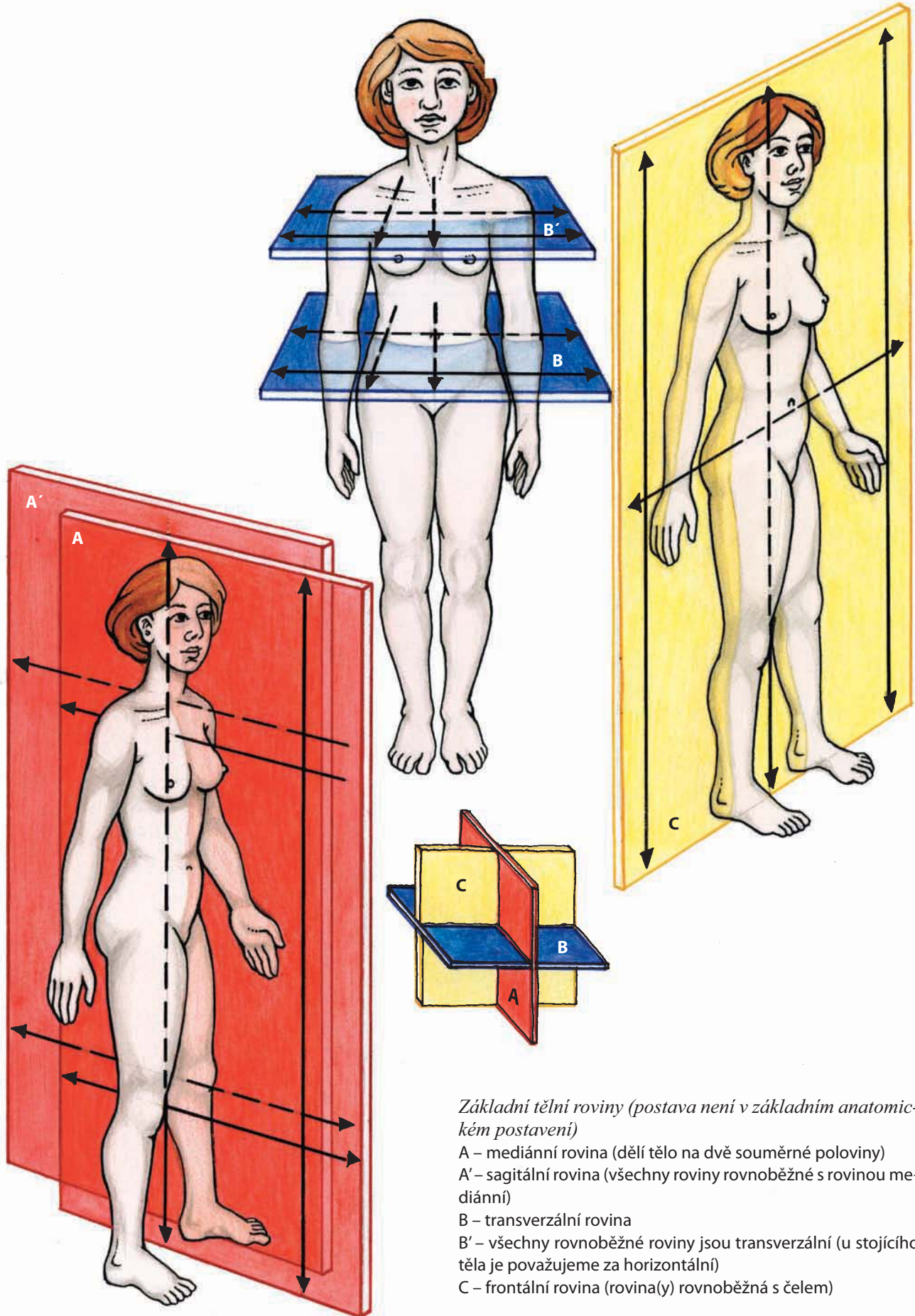
Ivan Dylevský

Upozornění pro čtenáře a uživatele této knihy

Všechna práva vyhrazena. Žádná část této tištěné či elektronické knihy nesmí být reprodukována a šířena v papírové, elektronické či jiné podobě bez předchozího písemného souhlasu nakladatele. Neoprávněné užití této knihy bude **trestně stíháno**.

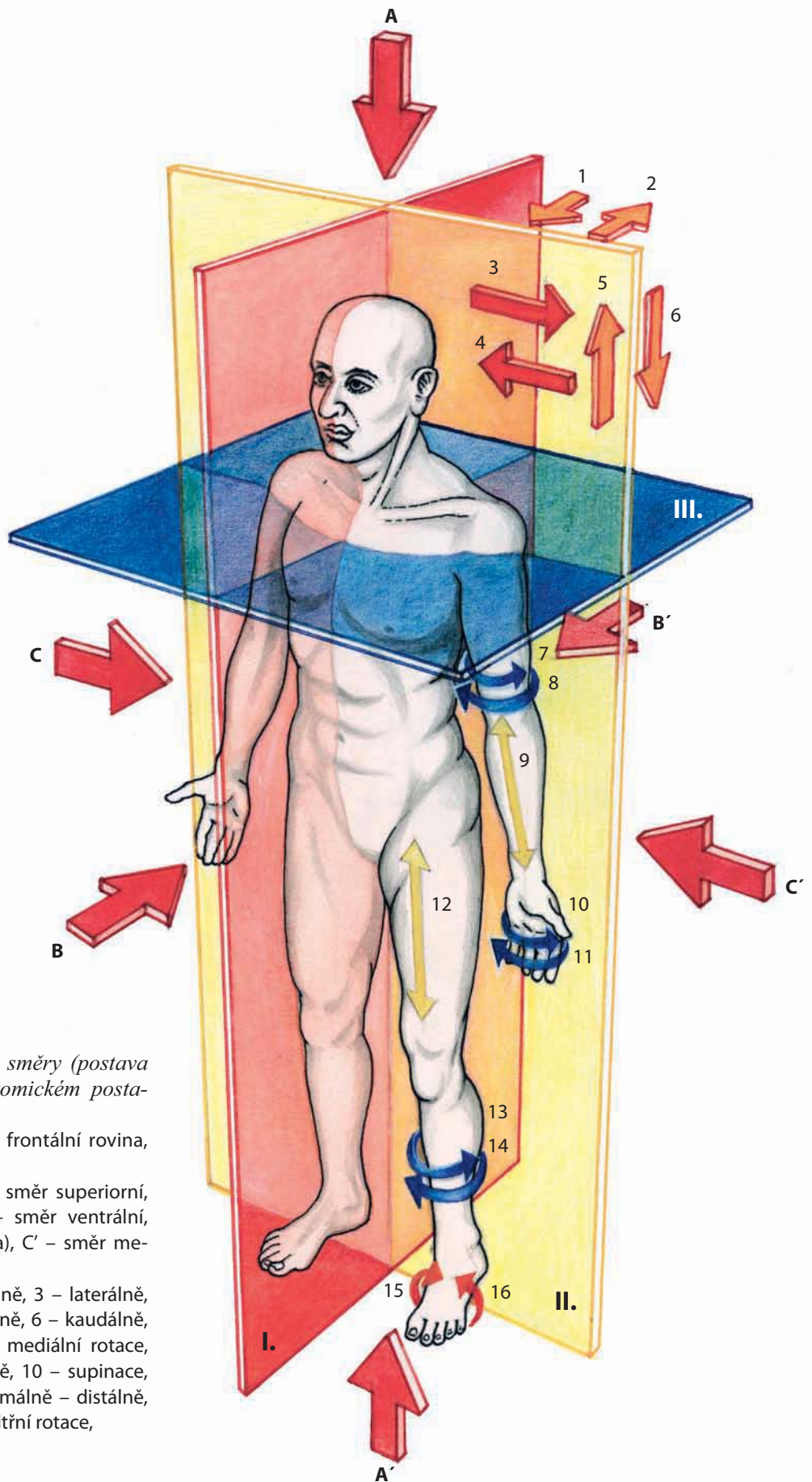
Používání elektronické verze knihy je umožněno jen osobě, která ji legálně nabyla a jen pro její osobní a vnitřní potřeby v rozsahu stanoveném autorským zákonem. Elektronická kniha je datový soubor, který lze užívat pouze v takové formě, v jaké jej lze stáhnout s portálu. Jakékoliv neoprávněné užití elektronické knihy nebo její části, spočívající např. v kopírování, úpravách, prodeji, pronajímání, půjčování, sdělování veřejnosti nebo jakémkoliv druhu obchodování nebo neobchodního šíření je zakázáno! Zejména je zakázána jakákoliv konverze datového souboru nebo extrakce části nebo celého textu, umísťování textu na servery, ze kterých je možno tento soubor dále stahovat, přitom není rozhodující, kdo takovéto sdílení umožnil. Je zakázáno sdělování údajů o uživatelském účtu jiným osobám, zasahování do technických prostředků, které chrání elektronickou knihu, případně omezují rozsah jejího užití. Uživatel také není oprávněn jakkoliv testovat, zkoušet či obcházet technické zabezpečení elektronické knihy.





Základní tělní roviny (postava není v základním anatomickém postavení)

- A – mediální rovina (dělí tělo na dvě souměrné poloviny)
- A' – sagitální rovina (všechny roviny rovnoběžné s rovinou mediální)
- B – transverzální rovina
- B' – všechny rovnoběžné roviny jsou transverzální (u stojícího těla je považujeme za horizontální)
- C – frontální rovina (rovina(y) rovnoběžná s čelem)



Základní tělní roviny a směry (postava není v základním anatomickém postavení)

I – mediánní rovina, II – frontální rovina, III – horizontální rovina

A – směr inferiorní, A' – směr superiorní, B – směr dorzální, B' – směr ventrální, C – směr mediální (zleva), C' – směr mediální (zprava)

1 – ventrálně, 2 – dorzálně, 3 – laterálně, 4 – mediálně, 5 – kraniálně, 6 – kaudálně, 7 – laterální rotace, 8 – mediální rotace, 9 – proximálně – distálně, 10 – supinace, 11 – pronace, 12 – proximálně – distálně, 13 – zevní rotace, 14 – vnitřní rotace, 15 – inverze, 16 – everze

Obsah

Prolog a zároveň epilog	7	4	Opora, osový systém a končetiny	73
Úvod aneb Směrem dolů je spousta místa	9	4.1	Evoluce opory, osy a tělních článků	74
1 Historický koncept kineziologie	11	4.1.1	Systém prvotní opory – hydroskelet....	74
1.1 Fenoméni neziologie.....	12	4.1.2	Chorda dorsalis – notochord.....	74
1.1.1 Signum kineziologie.....	12	4.2	Osový systém těla	76
1.1.2 Kineziologie – předmět výuky	14	4.2.1	Notochord a somitogeneze	76
1.2 Kineziologie – věda o pohybu.....	15	4.2.2	Molekulární a biologická podstata segmentace	79
2 Kineziologická propedeutika	17	4.2.3	Morfogeneze obratlů.....	80
2.1 Fenomenologie pohybu	17	4.3	Koncept evoluce končetin	86
2.1.1 Dynamické a strukturální pohybové změny	17	4.3.1	Vznik končetin.....	86
2.1.2 Fyzikální pojetí pohybu.....	18	4.3.2	První hominizační komplex – bipedie	88
2.2 Mikrokineziologie buněk a tkání.....	20	4.3.3	Ontogenetický vývoj končetin.....	89
2.2.1 Intracelulární dráhy – cytoskelet	20	5	Osteokinematika	95
2.2.2 Molekulové motory	21	5.1	Evoluce skeletu	95
2.3 Morfogenetické pohyby	23	5.2	Prenatální morfogeneze kostí	96
2.3.1 Buněčná proliferace.....	24	5.2.1	Růst, modelace a remodelace kostí.....	97
2.3.2 Buněčná distribuce	24	5.2.2	Embryonální a fetální kost.....	107
2.3.3 Buněčná interakce – signalizace.....	25	5.3	Dětská kost	110
2.3.4 Buněčná redukce – buněčná smrt	26	5.3.1	Kompakta dětské kosti.....	110
2.3.5 Buněčná diferenciacce	28	5.3.2	Spongióza dětské kosti	113
2.4 Hierarchie stavby pohybového systému.....	29	5.3.3	Modelový popis dětské kosti – humerus	114
2.4.1 Původ pojivových tkání – orgánové základy	32	5.4	Dospělá kost	117
2.4.2 Histogeneze vazivové tkáně – fibrilogeneze	35	5.4.1	Kompakta dospělé kosti.....	117
2.4.3 Histogeneze chrupavčité tkáně – chondrogenese	36	5.4.2	Spongióza dospělé kosti	118
2.4.4 Histogeneze kostní tkáně – osteogeneze.....	36	6	Artrokinematika	121
2.4.5 Histogeneze kosterní svalové tkáně – myogeneze	37	6.1	Evoluce kostních spojů	121
2.5 Morfogenetický význam pohybu	41	6.2	Prenatální vývoj kloubů.....	122
3 Prenatální kineziologie	45	6.3	Dětský kloub	124
3.1 Biometrie zárodku a plodu	45	6.3.1	Artikulující kosti.....	124
3.1.1 Antropometrie a vývojová stratifikace zárodku a plodu	46	6.3.2	Obecné principy goniometrie	126
3.1.2 Sonometrie a ultrasonoembryologie....	49	6.3.3	Goniometrie a věk – vývojová goniometrie	127
3.2 Morfogenetické předpoklady pohybu.....	53	6.3.4	Modelový popis dětského kloubu – articulatio cubiti.....	128
3.3 Počátky pohybu	53	6.4	Dospělý kloub.....	130
3.4 Kineziologie zárodku a plodu v prvním trimestru.....	55	6.4.1	Obecné principy stavby kloubu	130
3.5 Kineziologie plodu ve druhém a třetím trimestru.....	64	6.4.2	Vazivové, chrupavčité a kostní spoje...	131
3.6 Receptorové pole – bolest plodu	69	6.4.3	Stavba synoviálních kloubů.....	132
		6.4.4	Kinematika kloubních ploch.....	133
		6.4.5	Kloubní chrupavka – cartilago articularis	135
		6.4.6	Kloubní pouzdra a vazy	139
		6.4.7	Cévní zásobení a inervace kloubních pouzder	143

7	Myokinetika	145		
7.1	Evoluce kosterních svalů	146	7.5.1	Stavba svalu
	7.1.1 Fenomén kontraktility.....	147	7.5.2	Typy vláken kosterního svalu
	7.1.2 Axiální svaly.....	147	7.5.3	Stavba svalového úponu
	7.1.3 Svaly pletenců a svaly končetin.....	149	7.5.4	Přídavné orgány svalů a šlach
7.2	Prenatální vývoj kosterních svalů.....	151	7.5.5	Tvar a vnitřní architektura svalu
7.3	Dětský sval	152	7.5.6	Síla svalu.....
	7.3.1 Svalová vlákna, septace a cévní zásobení svalu	153	7.5.7	Cévní zásobení svalů a šlach
	7.3.2 Tvar a růst dětských svalů	154	7.5.8	Regenerace, transplantace a růst svalu..
	7.3.3 Modelový popis anatomie dětského svalu – musculus deltoideus	157		Základní literatura
7.4	Kosterní svalovina – textus muscularis	159		Terminologický slovník
	7.4.1 Stavba svalového vlákna	159		Seznam použitých zkratk
	7.4.2 Morfologie svalové kontrakce	161		Rejstřík
7.5	Kosterní sval	163		

Prolog a zároveň epilog

V antickém prologu byl divák uváděn do následujícího děje a v epilogu bylo shrnuto poučení. Dnes nejsou oba útvary příliš populární. Poučovat se neodvažuji, pouze se pokouším upozornit, že navazující text není konvenční kineziologií (i když z ní vychází), ale je pokusem vysvětlit nebo spíše naznačit, proč jsme takoví, jací jsme, a proč se pohybujeme, tj. vlastně žijeme tak, jak se pohybujeme.

Civilizace a současná dominance rodu Homo jsou důsledkem mezigeneračního předávání informací. Fyzika hledá celé 20. století teorii všeobecného sjednocení a doufám (i věřím), že ji ve vlastním zájmu nikdy nenalezne. Biologie ji – naštěstí jen z malé části – našla v konstrukci **evolučních teorií**.

Člověk je dítětem svého dětství. Bonmot Sigmunda Freuda můžeme biologicky vyjádřit i tak, že **člověk je neotenní**. Dospělý člověk je podobnější lidskému novorozenci než dospělý šimpanz novorozenci šimpanze (obr. A, B, C, D). Člověk je přerostlé mládě nebo spíše pozdní embryo. Je typické, že podstatu problému vystihl romanopisec – umělec, ne vědec.

V románovém podobenství o původu tvorstva (T. H. White: *The Once and Future King*) stvořil Bůh živočichy jako embrya a zval je před svůj trůn, kde jim nabízel anatomické dodatky podle přání. Všechna zvířata zvolila specializované vlastnosti dospělých – lev drápy a ostré zuby, jelen parohy a kopyta. Nakonec předstoupilo lidské embryo a řeklo:

„Můj Bože, myslím, že jsi mě stvořil tak, jak vypadám, z důvodů, které nejlépe znáš ty sám, a že by bylo nehorázné cokoli na tom měnit. Jestliže si mohu

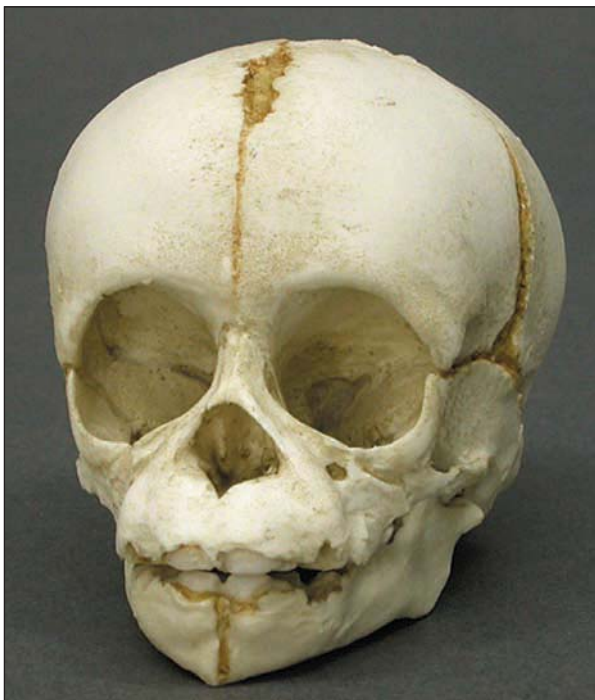
vybrat, zůstanu tak, jak jsem. Nebudu měnit žádné části, které jsi mi dal. Zůstanu bezbranným embryem po celý svůj život a budu se snažit, jak nejlépe budu umět, abych si vyrobil chabá vylepšení ze dřeva, železa a jiných materiálů, které jsi uznal za vhodné mi předložit...“

*„Výborně,“ zvolal Stvořitel potěšeně. „Předstupte vy ostatní se svými zobáky a co to všechno ještě máte a pohlédněte na našeho prvního Člověka. On je jediný, kdo rozřešil Naši hádanku. Co se týče tebe, Člověče, budeš až po hrob vypadat jako embryo, ostatní však budou vydáni tvé moci, jako by sami byli embrya. Věčně nevyvinutý zůstaneš vždy **možností** Našeho obrazu, schopnou vidět alespoň cosi z Našeho zármutku a pociťovat část Našich radostí. Zčásti je tě Nám líto, Člověče, ale na druhé straně ti věříme. Jdi tedy a snaž se ze všech sil.“*

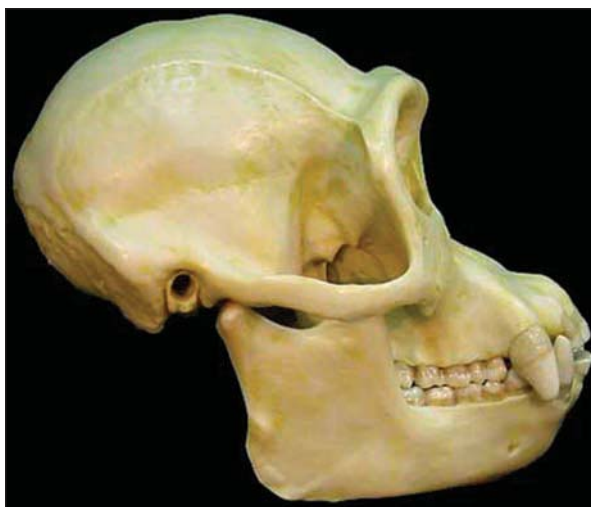
Ročně prý přibývají dva exobity informací. Má ještě cenu číst?

Existuje rozsáhlý koncept tzv. **creative reading**. Primárním cílem tvůrčího čtení není pouhé *získávání informací*, ale *zjištění záměru* autora a práce s ním. Výběr a extenzivita zpracování informací, které jsou v exobitovém světě prakticky vždy neúplné, jsou z převážné části ponechány na autorovi. Příjemci, čtenáři nebo studentovi je určen především autorský záměr. Potenciální recipient by proto neměl očekávat apodiktické výroky, ale spíše náznak způsobu myšlení a výběru a řazení informací.

Záměrem autora je, aby text zůstal *možností*...



Obr. A *Lebka osmiměsíčního šimpanze*



Obr. B *Lebka osmiletého šimpanze*



Obr. C *Lebka devítiměsíčního lidského plodu*



Obr. D *Lebka pětiletého dítěte*

Úvod aneb Směrem dolů je spousta místa

Svět věcí je primárním světem motoriky; **svět idejí** (sociální svět) je světem motoriky a sensoriky. Motorika umožňuje průnik do světa věcí i do světa společenských vztahů. Pohyb je jeden ze základních znaků života. Pohyb je vyjádřením potřeby změny nebo nutnosti zachování daného stavu.

Popis určitého jevu – tedy i pohybu – nedovoluje automatický „prostup“ jednotlivých zjištění. U fyzikálních i biologických objektů nelze vždy odvodit stávající stav ze stavu předchozího. Experiment, anatomický (morfologický) popis, funkční interpretace významu určité struktury nebo její matematický model popisují vždy jen jeden nebo maximálně několik jevových stránek; pouze určitý segment reality. Biologický experiment sám vede v podstatě k akcentování jednotlivosti.

Pohyb je velmi mnohvrstevný a mnohoznačný projev. Lze jej uchopit i jinak než tradiční deskripce jeho zevního projevu, resp. analýzou jeho řídicích (integrujících) mechanismů?

V textu jednotlivých kapitol vycházíme ze dvou obecných předpokladů:

Premisa první: *Život není trvání (byti), ale nepřetržitě povstávání struktury, tvarů a funkcí.*

Organické objekty, tj. tkáň, orgán nebo celý organismus, jsou proto ve své podstatě historické kategorie. K jejich pochopení i úplnějšímu popisu je nutné použít i adekvátní historický koncept, to je **koncept evoluční biologie**, který je sjednocujícím principem všech biologických oborů, tzn. i kineziologie. Programovaný pohyb buněk vytváří plán těla. Ontogenetický vývoj je v podstatě určitá forma pohybu.

Premisa druhá: *Život je založen na jednotě textu genetického zápisu a jeho interpretace.*

Text stavebního a funkčního plánu biologických objektů je kódován na úrovni atomů a molekul. Pochopení a interpretace základních aspektů pohybu začíná proto na submikroskopické a mikroskopické úrovni.

Koncept textu obecné i speciální kineziologie je evoluční, do určité míry hierarchický a zaměřený především na pohyb člověka (human kinesiology).

Obecná kineziologie (general kinesiology) vychází:

- z evoluce struktur a jimi generovaných pohybových aktivit
- z pohybu na molekulární úrovni
- z mikrokinéziologie tkání a orgánů

Speciální kineziologie analyzuje pohyby jednotlivých tělních segmentů a jejich prostřednictvím dospívá k celostnímu pochopení především prototypových pohybových aktivit.

Pro koho je takto koncipovaná kineziologie určena? Obecně vzato pro každého, koho zajímá pohyb lidského těla, ale především pro lékaře, fyzioterapeuty a tělovýchovné pracovníky. Jde o návšobový text, předpokládající dobré biomedicínské vzdělání. Protože zároveň nelze očekávat znalosti z často velmi speciálních oborů, jsou v textu stručná repetitoria a v závěru i odkazy na základní literaturu.

Obecná kineziologie míří spíše „dolů“, kde na mikroskopické a submikroskopické úrovni je nejen „mnoho míst“, ale kde také každý – třeba i nekonvenčně pojímaný pohyb – začíná a končí. **Speciální kineziologie** směřuje „nahoru“ – k integraci pohybových projevů.

Zahraniční kineziologické publikace vycházejí z různých koncepcí, mají různá určení a tomu podřízenou formální strukturu textu. U vznikajícího vědního oboru s řadou praktických aplikací to není neobvyklé, tím spíše, že kineziologie má ambice tvořit biomedicínský základ řady navazujících disciplín – patokinéziologie, klinické kineziologie, kinezioterapie atd., zabývající se různými aspekty pohybu. Text obecné kineziologie má blíže k teorii, to je k naplnění

základních premis, formulovaných v předchozích odstavcích. K praktickým aplikacím a případnému léčebnému využití má blíže speciální kineziologie.

Specifickou kapitolou obecné i speciální kineziologie jsou základní a v tomto rozsahu spíše demonstrační údaje z **nipioanatomie**. Nepříliš běžný a sro-

zumitelný název označuje nově se formující odnož morfologie – anatomii dětského věku. V našem pojetí kineziologie je morfologie dětského pohybového systému integrální součástí kineziologie dospělého organismu, právě tak jako pohyb embrya a plodu je součástí kontinua životních pohybových aktivit.

1 Historický koncept kineziologie

Fenomén kineziologie
Kineziologie – věda o pohybu

„Na počátku bylo **slovo!**“ čtu. Ale jak dále?
Nelze mi slovo přec tak v účtě míti... **Pojem** na počátku byl.
Že vznikla by z pojmu všechna díla?
Na počátku byla **síla!**
Leč ještě jsem to ani nenapsal, a cos mě nutká, abych hledal dál.
Já napíšu: *Byl na počátku čin!*“
(J. W. Goethe 1749–1832)

SYNOPSIS

Kineziologie je věda o biologických komponentách, aspektech a atributech pohybu v procesu vývoje a o vlivu pohybu na biologické struktury.

Paradigma¹ kineziologie

- **komponenta** (díl, součást, složka):
 - analytická
 - syntetická
 - klinická
- **aspekt** (stanovisko, zřetel, pohled):
 - evoluční
- **atribut** (vlastnost, podstatný znak):
 - interdisciplinární **boř**
 - multidisciplinární **boř**

Severní Amerika – kineziologie (Posse, Steindler, Brunstrøm)

Evropa – funkční anatomie (Fick, Strasser, Rauber-Kopsch, Wachsmuth, Benninghoff)

České země – kineziologie (Weigner, Hněvkovský)

Klíčová slova: *obecná, speciální, analytická, syntetická kineziologie, kinesis, stasis, kinezioterapie, morfologie*

První kapitola se snaží zachytit proces, kterým se **slovo** kineziologie stalo **pojmem** a obor kineziologie **fenomémem**. Slovo je „pouhý“ jazykový znak, paměťová a gramatická jednotka, zvuk. Slovo se stává pojmem, když identifikuje objekt. Pojem je již výraz, o kterém má smysl tvrdit, že je nebo není pravdivý.

Fenoménem se stává tehdy, stane-li se jevem, úkazem, skutečností. Původní označení „kineziologie“ bylo spíše zvukem, zvukomalebným a lingvisticky citlivě vytvořeným slovem pro zatím neidentifikovaný objekt. Po více než 110 letech se stalo fenoménem aspirujícím na postavení vědy.

¹ **paradigma** – soubor předpokladů vytvářející rámec pro existenci určitého jevu (paradigma vědeckého poznání); také vzor, model; celková představa, kterou se řídí praxe určité vědy (přestane-li vyhovovat, mění se paradigma); souhrn všech pojetí vědní disciplíny v určitém časovém úseku

1.1 Fenomén kineziologie

1.1.1 Signum kineziologie

Většina kineziologických textů diskrétně obchází vše, co by mohlo vyústit v otázku: *Co je to kineziologie? Kdy a kde vznikl pojem kineziologie? Proč? Jaké má kineziologie zdroje, kořeny a souvislosti?*

Dnešní tzv. postmoderní doba je typická relativizací všech hodnot. V postmodernismu se odráží nejen komplikovanost poznání světa, ale i relativní platnost hodnot, pravd, hranic poznání i interpretací historie. Klasickým fenoménem doby je i chápání, vymezení a zařazení kineziologie.

Tak zvaná historie kineziologie bývá – převážně evropskými autory – uváděna jmény **Galen** (Galénos z Pergamonu), **Leonardo da Vinci**, **Giovanni Alfonso Borelli** atd. Pak je téměř skokově převedena pozornost k **Arthuru Steidlerovi** (viz dále) a k různým aplikacím kineziologie v druhé polovině 20. století.

Je nepochybné, že Galénos jako jeden z prvních označil svaly za generátory pohybu, Leonardo studoval mechaniku šlach a šlachových poutek a Borelli vytvářel první pákové modely kloubních pohybů. Je také zřejmé, že základní informační zdroje pocházejí z anatomie, fyziologie a biomechaniky, včetně věd o řízení.

Kineziologie je interdisciplinární obor, má proto i více historických zdrojů; má ale také vlastní stoletou historii.

REPETITORIUM – KINEZIOLOGICKÉ KONCEPTY

Pokoušet se v 21. století třídit vědní obory je asi nejen pošetilé, ale i zbytečné. Jakýkoliv výsledný systém nemůže mít jinou než čistě administrativní hodnotu. Předkládáme-li ale určitou koncepci kineziologie, nelze nevynechat to, z čeho vychází, na co navazuje a proč je taková, jaká je. Přihlášením se k evolučním principům hlásíme se zároveň i k určitému historismu, tradici a evoluci poznání daného problému.

Kineziologie má ještě jeden problém.

V navazujícím textu je doloženo, že se kineziologie – byť jasně chápána jako věda o pohybu – vyvíjela v kontextu (nebo z) různých kinezioterapeutických snah, tj. v těsné vazbě na léčbu („nápravu“) pohybem. Snad tato „infekční“ blízkost různých terapeutických postupů vedla k tomu, že kineziologie je dnes prezentována a prodávána(!) jako **diagnostická a léčebná metoda**. Naprosté nesmysly o „životní energii“ proudící po jakýchsi drahách, energetických blocích, které je nutné léčebně odstranit, řada chiropraktických přístupů atd. negativně poznamenaly „čistý štít“ kineziologie. Existuje nepř-

berné množství prázdných názvů, které se z komerčních důvodů vydávají za kineziologii: edukační, manuální, intuitivní, bio, aromatická, progresivní, kybernetická, wellness, holodynamická kineziologie. To je jen zlomek všech možných a hlavně nemožných názvů. Vztah mezi nimi a kineziologií – vědou o pohybu je asi takový jako mezi astronomií a astrologií. Nemá smysl se těmito pseudovědeckými a pseudoléčebnými disciplínami zabývat, ale je dobré vědět, že není vše kineziologie, co se kineziologie jmenuje nebo se jako kineziologie tváří.

Fenomenologicky můžeme problém kineziologie odkrývat od významu a historie samotného slova **kineziologie**, tj. postupovat sémanticky.

Řecké slovo *kinesis* je obvykle překládáno jako označení pro běžný „volní“ pohyb tělesa. Aristotelovský okruh myslitelů ale charakterizoval pohyb nejen jako protiklad pojmu *stasis* – klid („nepohyb“), ale dále rozlišoval pojem *kinesis* – řízený pohyb a *kinese* – neřízený pohyb.

Exaktní latina používala k popisu pohybu řadu označení, jejichž význam byl přesně určen: *motus* – pohyb, *decursus* – pohyb vojska, *mobilita* – pohyblivost, *mutatio* – pohyb obyvatelstva atd.

Klíčovou terminologickou otázkou tedy zůstává: *Kdo a kdy první použil termín kineziologie a jaký mu dal obsah?*

Odpověď je sice v závěru prostá, ale recentní informace by bez klíčových služeb Washington State Library nebylo možné získat. Je proto zcela pochopitelné, že řada našich i zahraničních textů se touto problematikou vůbec nezabývala.

V klasické evropské morfologické a biomechanické literatuře 19. století, se termín kineziologie nevyskytuje. Jako první použil termín kineziologie Nils Posse v roce 1889. Podle americké státní i kongresové rešeršní služby se v žádném textu, který je na území USA a Kanady, slovo kineziologie před tímto datem nevyskytuje.

Kdo byl autorem termínu kineziologie?

Nils Posse (1862–1895) byl švédský emigrant, tělovýchovný pedagog, který se v Bostonu (1889) podílel na založení školy, která dnes nese jeho jméno (Posse Gymnasium). Na této škole byl vybudován i Department of Kinesiology jako výukové zařízení – katedra. První vědecké a výzkumné pracoviště stejného jména bylo konstituováno až o deset let později (1899) na Michiganské univerzitě.

REPETITORIUM – NILS POSSE

Baron Nils Posse (baron = ve Švédsku asi ekvivalentní označení pro náš termín „zeman“) byl podle některých

informací nejen ekonomický emigrant, ale motivace jeho exodu ze Švédska byla zřejmě i náboženská. Jeho jméno i data narození a smrti se shodují se seznamem mormonské komunity státu Massachusetts a s genealogickým indexem v International Genealogical Index (Salt Lake City). Součástí ideologie mormonů byl důraz kladený na harmonický fyzický vývoj, zdravou životosprávu, rodinný život apod. Je známo, že Posse s těmito cíli zakládal v Bostonu koedukovanou Normal School of Gymnastics (tj. dnešní Posse Gymnasium). Po Posseho poměrně časně smrti (v 33 letech) pokračovala v jeho práci na bostonském institutu jeho manželka Rose Possová. Do vývoje kineziologie však nezasáhla.

Posse patřil do poměrně početné skupiny švédských pedagogů (Skarstrøm, Linge junior a další) a jejich amerických kolegů (Bowen, Bernies, Leonard), která stála u zrodu kineziologie. Obsahově chápali pojem kineziologie jako integrující označení pro **vědy o pohybu**.

Nils Posse je první doložitelný autor slova kineziologie. Jeho kolega **William Skarstrøm** aplikoval v roce 1909 tento nový termín na označení „analýzy svalové funkce při rozboru sportovní pohybové aktivity“.

Celá skupina „otců zakladatelů“ byla mnohem početnější a v posledním desetiletí 19. století personálně pokrývala téměř všechna univerzitní města Spojených států. Výběr několika jmen je nutně fragmentární, ale je doložen dokumenty – publikacemi, archivními zápisy, korespondencí apod. U ostatních se můžeme pouze dohadovat o jejich přínosu k institucionalizaci kineziologie.

Z hlediska historické objektivit je nutné zdůraznit, že myšlenkové klima americké společnosti druhé poloviny 19. století bylo pro přijetí kineziologie dlouhodobě připravováno. Koncept kineziologie byl jen jedním z prvků systému, který multikulturní a stále ještě silně migrující americká společnost budovala celé 19. století (YMCA – Boston 1850, odkaz L. Jahna 1778–1852 atd.). Motivace tělovýchovných pracovníků i vznikajících tělocvičných spolků byly jistě naplněny humanitními ideály, myšlenkami občanské a náboženské svobody a podobně, ale realita podpory jejich snah ze strany vládních institucí byla velmi pragmatiká. V podstatě šlo o zachování zdravotního stavu a práce schopnosti nově se formujícího městského obyvatelstva a vznikající profesionální armády. Ostatní bylo druhotné. Kineziologie zapadala do těchto záměrů, a byla proto na amerických školách rozsáhle podporována.

Obsahová i organizační náplň výukového předmětu kineziologie se na amerických školách sice poměrně

rychle realizovala, ale její myšlenkové kořeny zřejmě pocházejí z Evropy. Posse i Skarstrøm totiž patřili do vzdělanostního okruhu zakladatele tzv. švédské gymnastiky H. Lingeho a jeho syna.

Henrik Linge (1776–1839)

byl švédský pedagog, lingvista a básník. Vytvořil systém nápravných cviků – v podstatě jakousi léčebnou gymnastiku (léčebnou TV), která měla zlepšit fyzickou kondici švédské mládeže, tj. především branců.

V jeho práci pokračoval syn **Jan Hjalmar Linge** (1776–1839)



Obr. 1.1 Henrik Linge (1776–1839)

REPETITORIUM – HENRIK LINGE (OBR. 1.1)

Henrik Linge byl osobnostně zajímavý člověk, jehož myšlenky a organizační práce zdaleka přesahují oblast jeho nejčastěji zmiňované profese tělovýchovného pedagoga a výborného šermíře. Jeho soukromé směřování bylo sice určováno filologickými zájmy, ale osobní situace jej zavedla jinam. Linge (jméno rodiny je odvozeno od řeky Ljunga ve východním Švédsku) pocházel z velmi chudých poměrů a byl sám pohybově hendikepován. Po velmi dlouhých studiích v Dánsku (při nichž pracoval jako vychovatel a překladatel) přijal ekonomicky zajímavou nabídku švédského krále Karla XIII. a vypracoval **systém cviků** (souborů cvičení) **korigujících chybné držení těla**. Linge vystudoval i několik semestrů lékařské fakulty v Lundu a od roku 1813 řídil Ústřední ústav švédské gymnastiky ve Stockholmu.

„Lingeho gymnastika“ byla pokusem zlepšit nedobrý fyzický (zdravotní) stav švédských vojáků a jejím prováděním zároveň řešil i své osobní pohybové problémy. K jeho cvičebnímu systému (tzv. švédské gymnastice) je možné mít z dnešního pohledu léčebné tělesné výchovy řadu výhrad – systém byl poměrně statický, nerespektoval dětský věk ani další věkovou stratifikaci, nebyl vhodný pro ženy atd. V závěru 19. století byl ovšem jeho žáky rozsáhle modernizován. Historickou zásluhou Lingeho je, přes všechny dnešní výhrady, velmi důsledný rozbor každého cviku z hlediska jeho anatomické a fyziologické podmíněnosti. Linge vlastně vycházel z kineziologického rozboru pohybu.

Lingeho záliba v tvorbě nomenklatury a rozsáhlá znalost latiny a řečtiny jsou zmiňovány v jeho soukromé korespondenci. Existují zmínky o deseti obrazových (kineziologických?) tabulích, které Linge vydal i s doporučením terminologie pro popis zobrazovaného pohybu. V okruhu jeho amerických pokračovatelů byly používány v době,

kdy Posse koncipoval výuku kineziologie. Linge byl nadaný lingvista a vytvořil i dnes užívanou masérskou terminologii, pro niž využil vynikající znalost francouzštiny.

Bez dalšího zkoumání existujících archivních materiálů ale nelze problematiku původu kineziologické terminologie přesněji řešit.

V okruhu biomedicínsky vzdělaných skandinávských **kinezioterapeutů** (tělovýchovných pedagogů) se pravděpodobně vytvářel základ evropské kineziologické školy a odtud penetroval na území Spojených států, kde se teprve skutečně realizoval.

Jan Hjalmar Linge (1820–1886) odešel do USA jako jeden z mnohých švédských exulantů a pokračoval zde v otcově práci. Je doložitelné, že o odborných problémech písemně komunikoval nejen s otcem, ale také s Possem. Korespondence všech protagonistů začátků kineziologie je sice archivována, ale nebyla dosud zpracována. Nelze proto přímo doložit původ termínu kineziologie v Lingeho okruhu, ale je zřejmé, že rychlý vývoj amerických školských systémů i věd o pohybu na konci 19. století našel rezonující odezvu na školách různého typu. Zároveň se vytvořila potřeba novou disciplínu označit (pojmenovat).

V evropském prostředí nelze ve stejném časovém období doložit existenci podobného nebo stejného oboru, který by byl samostatně výzkumně provozován nebo vyučován. Nelze také doložit používání termínu „kineziologie“. Může to být dokladem toho, že celý koncept kineziologie včetně terminologického vymezení je výhradně zámořský a do Evropy byl implantován ve 20. století. Je možné připustit i problém s neúplnou excerpcí evropské historické literatury (včetně osobních archivů), jejíž dostupnost je ve srovnání se severoamerickým kontinentem výrazně horší.

1.1.2 Kineziologie – předmět výuky

Od Posseho a Skarströma vede poměrně přímá cesta ke vzniku první kineziologické učebnice. **První učebnici kineziologie** publikoval **Willburn Bowen** v roce 1912 (*The Action of the Bodily Movement and Posture*). Od počátku 20. století vyšel tento text opakovaně – pod různými názvy, s různou redakcí, ale v podstatě v původní koncepci segmentově tříděné funkční anatomie pohybového aparátu.

Bowen, přes nesporné zakladatelské zásluhy, není ještě zcela kineziologicky vyhraněný. Analyzuje sice pohyb popisem funkcí jednotlivých svalů, ale zůstává omezen deskriptivní myologií a vychází pouze

z geometrizujícího odvození svalových funkcí. Iničiálním krokem ke kineziologické analýze pohybu je Bowenův popis komplexnějších pohybových funkcí – chůze, úchopu, stoje a držení těla.

V současné době je k dispozici koncepční klon původního textu – *Kinesiology and Applied Anatomy* (P. J. Rasch).

Základní konstrukci každého oboru budují vždy učební texty nebo monografie. Bowenem a jeho následovníky začíná etablování oboru kineziologie jako **předmětu výuky** a začíná vnitřní diferenciací kineziologie jako předmětu i jako **vědní disciplíny**.

Dominujícími obory biologických věd 19. a počátku 20. století byly morfologické disciplíny. To se nemohlo neprojevit i v prvotních programech kineziologie.

Klasickou prací tohoto zaměření se stala učebnice **Artura Steindlera** (1875–1959) *The Mechanics of Normal and Pathological Motion in Man* (1935). Steindler vytvořil důsledně **strukturální kineziologii** a zřejmě pro myšlenkovou spřízněnost s evropským pojetím tzv. funkční anatomie ovlivnil i vývoj kineziologie v našem regionu (viz dále).

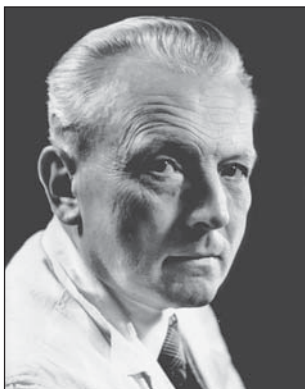
Druhým mezníkem ve vývoji kineziologie byla práce **Anny Sofie Brunnströmové** (1898–1988) *Clinical Kinesiology*. Brunnströmová je zakladatelkou **segmentově koncipované** a důsledně **medicínsky zaměřené kineziologie**, určené především pracovníkům rehabilitačních oborů.

V podstatě lze – s určitým zjednodušením – za základ dvou hlavních směrů, kterými se ve 20. století výuka kineziologie v USA ubírala, považovat:

- Steindlerovu strukturální kineziologii a
- Brunnströmové klinickou kineziologii

Steindlerův koncept je velmi blízký evropskému chápání tzv. **funkční (aplikované) anatomie pohybového systému**. Obecný tón v evropské funkční anatomii udávali svými texty především němečtí autoři: **R. Fick** (1910), **H. Strasser** (1917), **A. Rauber**, **F. Kopsch** (1930), **T. Lanz**, **W. Wachsmuth** (1936) a **A. Benninghoff** (1941).

V českých zemích převládal příklon k evoluční morfologii a k antropologii a jazykově mezi literárními zdroji dominovaly německé a francouzské prameny. Nedoceněnou osobností meziválečné české anatomie je **Karel Weigner** (1874–1937), který v letech 1926 až 1937 vedl anatomii pražské lékařské fakulty. Weigner nejen rozsáhle využíval citované německé autory, ale systematicky uváděl do obecnějšího povědomí angloamerickou morfologickou literaturu. V grandiózním projektu nového anatomického praco-



Obr. 1.2 Otakar Hněvkovský (1901–1980)

viště se zmiňuje i o kineziologické laboratoři s pracovní náplní, která se velmi podobala profilu amerických oddělení. V našem regionu je asi první, kdo koncepci kineziologie akceptoval. Weignerova vize však nebyla z různých důvodů realizována.

Weignerův žák a budoucí zakladatel české dětské ortopedie **Otakar Hněvkovský** (obr. 1.2) vytvořil v padesátých

letech jakousi českou variantu Steindlerovy strukturální kineziologie. Silně ovlivněn německými autory, především R. Fickem a jeho tzv. kloubní mechanikou, i znalostí americké kineziologické školy, sestavil (1953) podle svých přednášek **první českou učebnici kineziologie**. Rukopis, resp. strojopis, se zachoval pouze v několika exemplářích, ale přesto jde o mezník v české odborné literatuře. Vznikla první česká kineziologická učebnice jak svým názvem, tak obsahem. Její zařazení v hierarchii středo- a vysokoškolských textů je problematické. Stojí na rozhraní.

Z mnoha důvodů, které jsou vázány především na specifický vývoj české (československé) rehabilitace a ortopedie, pokračoval vývoj našich učebních textů pod různými názvy a s různými aplikačními aspekty. Českou tradici kineziologických textů reprezentují kromě O. Hněvkovského především jména **K. Lewit**, **V. Janda**, **F. Véle**, **Z. Poláková**, **J. Javůrek** a **M. Kučera**.

Srovnáme-li zahraniční klíčové učebnice s publikacemi naší provenience, jsou zřejmé dvě skutečnosti:

- Domácí učební texty (vznikající v mnohem skromnějších podmínkách) vždy udržovaly aktuální stav v tomto vědním segmentu.
- Specifickým rysem naší kineziologické tradice je originální akcentace významu řídicích mechanismů při iniciaci i realizaci pohybů.

1.2 Kineziologie – věda o pohybu

Původní chápání **kineziologie** vycházelo z potřeby analyzovat pohyb lidského těla pro účely **kinezioterapie**, resp. **léčebné tělesné výchovy** (Posse, Skarstrøm, Bowen aj.) a **ortopedie** (Steindler). Z historicky prvních textů je zřejmé, že klíčové zdroje informací byly

hledány v biomechanice, fyziologii a v anatomii, resp. morfologii. Proto i vymezení kineziologie jako svébytné a samostatné vědní disciplíny bylo zpočátku problematické.

REPETITORIUM – MORFOLOGIE

Za otce **novodobé morfologie** je považován německý zoolog **Ernst Haeckel** (1834–1919), který spisem *Generelle Morphologie* (1886) usiloval o integrální, mezioborové a vývojové pojetí věd o člověku, tzv. biologii člověka. Haeckelovou terminologickou inspirací mohla být Goethova morfologie krystalů, motýlích křídel a struktury listů. Původní řecký termín *morfé* (podoba, tvar) je ale historicky velmi starý a filozoficky zcela zásadní pojem. **Aristoteles ze Stageiry** (384–322 př. n. l.) vycházel z principu, že každá věc (jsoucno) je složena z látky (*hýle*) a tvaru (*morfé*).

Morfologie 19. století byla nejprve disciplínou „vnějšího tvaru“ a teprve vývojem mikroskopických technik se stala i morfologií „vnitřního tvaru“, tj. struktury.

Dnes je morfologie chápána jako nauka o vývoji, tvaru a struktuře těla a jeho částí. Klasická anatomie, histologie, embryologie, tzv. fyzická antropologie atd. jsou v tomto pojetí integrální součástí morfologie.

Paradigma morfologie se v průběhu času měnilo – od základního třídění a popisu, až po dnešní hledání kauzality vzniku struktury a tvaru.

Od počátku 20. století bylo sice přijímáno, že kineziologie je **interdisciplinární obor**, ale – déle v evropském kontextu – byla považována za odnož (součást) biomechaniky nebo funkční anatomie. Definiční vymezení kineziologie je v literatuře spíše výjimečné.

Jeden ze zakladatelů kineziologie W. Skarstrøm (1909) definoval (poněkud problematicky) kineziologii jako „**vědu o pohybu a svalové funkci**“. Bowen (1912) mluví pouze o „**science of human movement**“.

Poměrně podrobně charakterizoval kineziologii O. Hněvkovský (1953): „*Kineziologie je nauka o klidu a pohybu živého těla ve stavu bdělém a v obvyklém nebo daném prostředí v určitém čase.*“ Klid je v tomto kontextu pojímán jako základní, tj. výchozí poloha pro pohyb. Modernějším jazykem by Hněvkovského definici šlo vyjádřit i takto: *Kineziologie je věda o řízeném pohybu a klidu.*

Naše představa obsahu kineziologie vychází z předchozího definičního vymezení, ale má širší přesah: **Kineziologie je věda o biologických komponentách, aspektech a atributech pohybu v procesu vývoje a o vlivu pohybu na biologické struktury.**

V definici je jednoznačně akcentována biologická povaha kineziologie. Psychologické, sociobiologické,

kulturní, ekologické, pedagogické a další atributy pohybu nejsou přímou součástí kineziologie. Jednou z možností, jak zastřešit různé nebiologické disciplíny zabývající se zkoumáním pohybu člověka, je využít konceptu **kinantropologie**.

Námi podaná definice kineziologie je eklektická. Slučuje klasické pojmání pohybu s mikropohybem, pohybem tkání, vývojem pohybu a jeho řízení, strukturu a funkci pohybového a řídicích systémů v procesu evoluce.

Evoluční (vývojový) přístup ke zkoumání struktury a funkce pohybového systému považujeme za jeden ze zásadních posunů v celostním chápání kineziologie člověka. Pohyb člověka je opakováním osvědčených evolučních triků. Kineziologie může evoluční procesy účelově ignorovat – znalost pohybu kolenního kloubu, jeho vyšetření a léčebná intervence nejsou podmíněny pochopením evoluce kostních spojů.

Poznání a pochopení smyslu pohybu kolenního kloubu, jeho hierarchie v systému artrokinematického řetězce spojů dolní (zadní) končetiny a zhodnocení dopadu případných vývojových odchylek není ale možné bez znalosti evoluce systému. Evoluce není jen

konstrukce (rekonstrukce), kterou si zpětně vytváříme obraz minulosti, ale obecná podmínka, které se musí podřizovat všechny další teorie, hypotézy a systémy. Jinak nejsou správné. Evoluce je entropická² nutnost. Jejím hnacím motorem je nestabilita a jejím cílem je udržení systému. Minulost v podstatě nelze vysvětlit, ale lze hledat souvislosti a nalézat způsoby, jakými ovlivňuje současnost.

Naznačené koncepty kineziologie podřizujeme obsahovou i formální úpravu textu. Vnitřní členění na **obecnou (analytickou)** a **speciální (syntetickou) kineziologii** reflektuje didaktickou logiku předchozího vymezení oboru.

Obecná kineziologie má především strukturální, morfologický základ. Je to věcně pochopitelné a je to i důsledek vývoje biomedicínských věd v posledních dvou stoletích. Nemá **nomenklaturu**, má ale již svou základní **terminologii**.

Jsme ještě velmi vzdáleni pochopení kauzality tvaru a struktury lidského organismu. Obecná kineziologie evokuje představy „kauzální morfologie“ z počátku 20. století. Jako každý nový pokus o výklad reality je pochopitelně jen jednou z „možností“.

² **entropie** – míra neuspořádanosti soustavy, jejíž růst vyjadřuje přechod od organizovaných stavů (málo pravděpodobných) k množině stavů chaotických s vysokou pravděpodobností vzniku

2 Kineziologická propedeutika

Fenomenologie pohybu
Mikrokineziologie buněk a tkání
Morfogenetické pohyby
Hierarchie stavby pohybového systému
Morfogenetický význam pohybu

„Pokud v textu nerozumíte nějakému slovu, nevěste hlavu. Text dává smysl i bez něho!
Jestli text bez toho slova smysl nedává, nedával by ho ani s ním.“
(tzv. Cooperův-Murphyho zákon minima srozumitelnosti)

SYNOPSIS

Informace je změna struktury; změna struktury je informace

Molekulovým otor: kinetická, kontaktní a kargo doména

Morfogenetické pohyby: proliferace, distribuce, redukce a diferenciací buněk

Fibrilogeneze – fibroblast; chondrogenese – chondroblast; osteogeneze – osteoblast; myogeneze – myoblast

Selektivní transkripce DNA = proteosyntéza

Neselektivní transkripce DNA = mitóza

Klíčová slova: morfogenetické procesy, ontogeneze, protoonkogeny, proliferace, distribuce, interakce, adhezivní molekuly, redukce, apoptóza, regenerace, diferenciací, kmenové buňky, progenitorové buňky

Každá doba má své klíče k řešení základních biologických, technických a technologických problémů. Pro tradiční kineziologii byla klíčová **analýza pohybu**, prováděná metodikami biomechaniky, anatomie a fyziologie. V podstatě tím dlouhou dobu studovala pouze **zevní projevy pohybu**. Na analytické období kineziologie zcela logicky navázalo období studia **řízení pohybu**, které je – z pohledu současné neurochemie – na samém počátku své cesty. Jsme v 21. století a i naše doba má „své klíče“, které nám připadají fascinující, ale zcela jistě budou překonány. Jedním z dnešních klíčů k poznání pohybu je **molekulární biologie**.

Pokud nepochopíme a nezvládneme buněčné, subbuněčné a tkáňové procesy, skryté za zevními projevy pohybu, budeme na úrovni scénáře hry popisující pohyb loutek a ignorující osobnost, invenci, ale i limity loutkoherce.

2.1 Fenomenologie pohybu

2.1.1 Dynamické a strukturální pohybové změny

Pohyb je natolik komplikovaný jev, že je nutné respektovat nebo alespoň brát v úvahu i určité obecné chápání pohybu v disciplínách, které obvykle přímo do kineziologie nevstupují, ale které ji přesto ovlivňují.

Nejde nám o rozbor nebo fundovaný výklad pojetí pohybu v antické nebo novověké mechanice, resp. biomechanice, ale o použitelnou informaci o některých obecných principech, respektovaných i v naší koncepci evoluční kineziologie. Náš přístup je především biologický, tj. netechnický. Tím je pochopitelně limitován.

Obecně a značně zjednodušeně řečeno – tzv. filozofické pojetí pohybu přinášelo vždy v „tvrдых vědách“ značné obtíže.

Ze všech myšlenkových konstrukcí – často značně protichůdných – vyplývá, že pohyb je považován za **základní ontickou³ charakteristiku** našeho světa, základní atribut života, za esenciální vlastnost těla (organismu).

Je pozoruhodné, že většina úvah o pohybu pomíjí komparativní lingvistické souvislosti. Jazyk je přitom vynikajícím zrcadlem dobového nazírání na svět. Lidské tělo je v řečtině označováno termínem *soma*. Řekové chápali tělo asi jako my, ale pro tělesnost (a také maso konzumních zvířat) užívali jiné slovo – *sarx* (v l. caro). Je ale příznačné, že „maso“ mělo v jejich myšlení dvojitý význam: to, co se jí, ale také to, co se pohybuje. Ještě důslednější je hebrejsko-judaistický přístup. Tělo a maso splývají v jednotný pojem *básár*. Tělo je to, co se pohybuje („Člověk nemá tělo, on je tělo; nemá duši, on je duše.“ – to je holismus ve starozákonním provedení).

Poučení ze starověkých kultur je prosté – pohyb byl chápán jako klíčový atribut života daleko dříve, než byl objektivně studován.

Historické peripetie pojetí pohybu a klidu jsou sice zajímavé, ale pro exaktní vědy nepřilíš přínosné. Základní problém je zřejmě v tom, že tzv. společenské vědy chápou pohyb mimo souřadný systém.

REPETITORIUM – SOUŘADNÝ SYSTÉM

Soustava souřadnic umožňuje určení polohy tělesa ve zvoleném vztažném systému. **Kartézská soustava** souřadnic je soustava, u které jsou v prostoru tři (v rovině dvě) základní, vzájemně kolmé osy, které se protínají v jednom bodě (soustava je pojmenována po René Descartovi). Obvykle označuje osy symboly x, y, z. Kromě kartézské soustavy existují i polární, úhlové nebo válcové soustavy. V kineziologii je kartézský systém nejužívanější (viz goniometrie a artrokinematika).

Přes tato omezení přináší „filozofie pohybu“ jednu sice obecnou, ale užitečnou představu: *Pohyb je výslednicí (řešením) protikladných sil nebo tendencí.*

Charakter těchto protichůdných sil určují dva základní obecné znaky každého pohybu:

- Pohyb je dynamická změna vycházející z nerovnováhy a z asymetrie.
- Pohyb je vždy provázen strukturální změnou objektu.

Oba znaky jsou sice antropocentrické a silně redukcionistické, ale i když vlastně schematicky rozdělujeme dvě stránky jednoho procesu (pohybu), lze vymezené znaky v kineziologii metodicky využít.

Dynamické změny – Dynamická stránka pohybu otevírá obecnou kineziologii pro studium orientovaného toku energie, látek a informací a chápe biologický objekt (organismus) jako termodynamický systém. Takový systém je možné nejen charakterizovat stavovými veličinami, ale je možné sledovat i orientaci toku informací, tj. řízení systému.

Řízení pohybu je dynamická změna vycházející z nerovnováhy systému. Je přitom lhostejné, jde-li o pohyb intracelulární, celulární nebo pohyb makroorganismu. S dynamikou pohybu souvisí **měřitelnost** řídicích procesů a jejich **účelovost**. (Tyto problémy souvisejí i s obecnou definicí kineziologie.) Není přijatelná všeobecná představa, že proces řízení pohybu biologických objektů (živočichů) nelze měřit a že tento typ pohybu je účelově (cíleně) zaměřený.

Pro patokineziologické vyšetření makroskopických objektů (lidského těla) je možné přijmout určité zjednodušení, ale právě tak, jako je měřitelný transport mediátoru aktivované motorické dráhy (řízení), nelze za účelový považovat pohyb šestitýdenního lidského zárodku. (Problém je především s definicí „účelovosti“, tj. cíle pohybu. Účelovost můžeme chápat i jako reakci na iontovou nerovnováhu systému, například tkáň. Viz další kapitoly.)

Strukturální změny – Strukturální změna (anatomická, morfologická) je ve své podstatě pohyb v relativně uzavřeném systému. *Informace je změna struktury a změna struktury je informací.*

Uvažovat o „funkčních“, tj. nestrukturálních nebo předstrukturálních změnách jednotlivých komponent pohybové soustavy je samozřejmě v patokineziologickém rozboru možné a z kinezioterapeutického pohledu i přínosné, ale z obecného hlediska jde pouze o preferenci určité úrovně subjektivního pohledu na pohyb. *Funkční a strukturální změny jsou pouze dvě formy téhož procesu.*

Dokonalou syntézou dynamických a strukturálních změn je *evoluce*. Proto je i evoluční koncept kineziologie základní.

2.1.2 Fyzikální pojetí pohybu

Fyzikální pojetí pohybu je konkrétní a pohybuje se v rámci **souřadných soustav**. V newtonovské mechanice je pohyb chápán jako **stav tělesa**, něco, co je tělesům vlastní. Newton v podstatě zrovnoprávil pohyb a klid. Jeho klasická mechanika zkoumala jevy – pohyb, sílu a vlastnosti mechanických strojů, makro-

³ **ontický** – zahrnující vše, co náleží ke jsoucnu (ontologický); také tematické a obsahově programatické uspořádání textu

skopických objektů a objektů pohybujících se nízkou rychlostí. Ve své kauzalitě vyvozovala klasická mechanika ze stejné příčiny i stejné následky.

Mechanika živých soustav – **biomechanika** – přebírala zpočátku postuláty klasické mechaniky, a proto také první kineziologické texty vycházely z aplikačních možností mechaniky. Dnes je využití klasické mechaniky v biomechanice i v kineziologii limitované.

Relativistická i kvantová mechanika a na ně navazující teorie neurčitosti, chaosu apod. ovlivnily biologické obory především v chápání pohybu na celulární a subcelulární úrovni a v procesu řízení. Toto chápání je nutné implementovat i do kineziologie.

Pokud vycházíme z naznačených principů, je tradiční kineziologie popisem zevního projevu pohybu, tak jak jej svými smysly akceptujeme v denním životě. Vlastní pohyb se ale odehrává na úrovni molekulových motorů, kde se začínají uplatňovat:

- **elektromagnetické interakce**, které jsou podstatou chemických a biologických vazeb a reaktivity látek
- **silné a slabé interakce**, reprezentující vazebné energie atomových jader

- **gravitační interakce**, které jsou významné z evolučního pohledu na svět

Z praktického hlediska je zapotřebí sice upozornit na určitou „prostupnost“ toho, čemu říkáme pohyb, ale zároveň je nutné vytvořit rámec, ve kterém se budeme pohybovat. Je sice pravda, že „směrem dolů je spousta místa“ (R. Feynman: *There is Plenty of Room at the Bottom*, 1959), ale dost místa je i „nahorě“. Bez určitých (i když umělých) hranic se však neobejdeme (obr. 2.1).

Zvolili jsme vymezení, které vyplývá ze zaměření obecné kineziologie a z profesního zaměření předpokládaného okruhu recipientů. Hranicí „směrem dolů“ je celulární a subcelulární, tj. převážně organelová úroveň stavby organismu. Vedení této hranice je samozřejmě účelové a výběr faktů je podřízen hlavnímu záměru obecné a speciální kineziologie – analyzovat pohyb z pohledu evoluce a morfogeneze mikropohybu až po celostní pohybové projevy lidského těla a jeho segmentů.



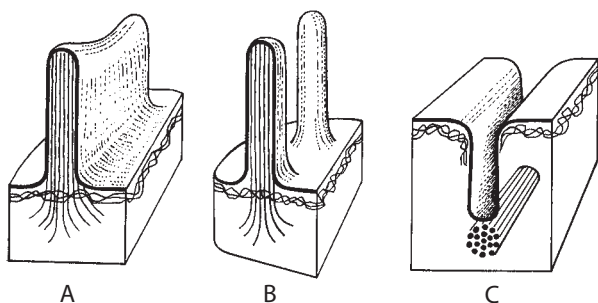
Obr. 2.1 Anatomie buňky (prostorová rekonstrukce elektronogramu)

1 – buněčné mikrokly (filipodie), 2 – dělicí tělísko, 3 – buněčné jádro, 4 – buněčná membrána sousedící buňky, 5 – hladké endoplazmatické retikulum, 6 – mitochondrie (řez), 7 – drsné endoplazmatické retikulum (proteosyntéza), 8 – mikrotubuly, 9 – ribozomy, 10 – mezibuněčný spoj (desmozom)

2.2 Mikrokineziologie buněk a tkání

Život začíná a končí pohybem. Všechny vývojové procesy a stálá obnova většiny struktur tvořících organismus jsou v podstatě precizně moderované a řízené procesy založené na pohybu jednotlivých buněk (sub-buněčných struktur) a tkáňových celků, řídicích se genovými instrukcemi.

Většina diferencovaných buněk je sice vázána ve tkáních, to znamená, že je z topografického a konvenčního hlediska nepohyblivá, ale řada buněk mezenchymového původu vykonává i v dospělém organismu **améboidní pohyb**. Tento vývojově poměrně původní typ pohybové aktivity se realizuje pomocí tzv. **pseudopodií**, které podle tvaru můžeme dále rozdělit na: **lamelipodia**, **filopodia** a **záhyby** (obr. 2.2).



Obr. 2.2 Mikropohyb – pseudopodia:

A – lamelipodia

B – filopodia

C – záhyby

Výběžky jakéhokoliv tvaru mají v podstatě univerzální stavbu. Do cytoplazmatické membrány jsou zakotveny svazky aktiniových filament. Filamenta mohou polymeraci a depolymeraci (viz kap. 2.2.1) měnit svoji délku a generovat améboidní pohyb, změnu buněčného tvaru nebo v případě záhybů významně ovlivňovat látkovou výměnu buňky, její zakotvení v mezibuněčné matrix atd. *Tvar je vnějším projevem vnitřního pohybu struktury.*

Buněčné dělení, migrace, redukce a proliferace buněk jsou klíčové **morfogenetické procesy**, jejichž významnou součástí jsou pohybové intra- a extracelulární aktivity, vázané na motorické funkce **cytoskeletu** a **molekulových motorů**. Na této úrovni vzniká i každý běžný pohyb našeho těla, jeho článků a orgánů.

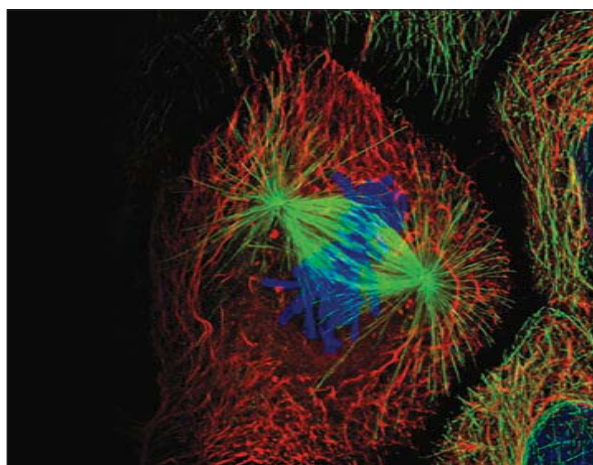
2.2.1 Intracelulární dráhy – cytoskelet

Interiér buněk prostupuje hustá síť vláken a mikrotrubiček, tzv. **cytoskelet**. Z vývojového hlediska jde o velmi konzervativní systém, který je charakteristický pro všechny eukaryotní organismy (obr. 2.3).

Základní stavební komponentou cytoskeletu jsou globulární proteiny, tvořící až 40 % všech nitrobuněčných bílkovin. Cytoskelet je velmi dynamická struktura, která se trvale a velmi rychle přestavuje – nejde tedy o preformovaný a tvarově poměrně stálý systém, podobný klasickému skeletu pohybového systému. Dynamická proměnlivost cytoskeletálních proteinů je založena na jejich schopnosti rychlé **polymerace** a **depolymerace**. Vznik mono- a polymerních molekul je totiž provázen přestavbou nitrobuněčných komunikačních drah, změnou tvaru buněk, pohybovou reaktivitou buněk atd. Morfologicky lze definovat tři typy cytoskeletálních struktur: **mikrotubuly**, **mikrofilamenta (aktinová vlákna)** a **střední filamenta** (obr. 2.4).

■ Mikrotubuly

Mikrotubuly jsou duté válce o vnějším průměru asi 2,5 nm. Stěnu válce tvoří protofilamenta – polymery globulárního proteinu **tubulinu**. Kromě tubulinu jsou k mikrotubulům asociované i další bílkoviny, zajišťující interakci mezi mikrotubuly a buněčnými organelami a mezi tubuly a buněčnou membránou. Tyto „volné“ bílkoviny ovlivňují i rychlost polymerace tu-



Obr. 2.3 Cytoskelet – buňka v metafázi (světelný mikroskop, SM): mikrotubuly dělicího vřeténka (zeleně), chromozomy v ekvatoriální rovině buňky (modře), trubice a vlákna cytoskeletu (červeně)