

Re

habilitácia

ROČNÍK XIV/1981

Cena: Kčs 12,—

L. STEJSKAL

VLIV DECHU A POLOHY NA POHYB

II. část *Vliv polohových
mechanismů na pohyb*



Neurochirurgická klinika FVL, KU Praha

II. VLIV POLOHOVÝCH MECHANISMŮ NA POHYB

Předmluva ke druhé části	125
METODICKÉ PŘÍSTUPY	127
Základní pojmy	127
Vývoj poznatků u člověka	131
Vzpřímené držení těla	135
POLOHOVÉ REFLEXY LABYRINTOVÉ	137
Klasické pokusy Roberta Magnuse	137
Současné znalosti o vestibulárním systému ve vztahu k řízení hybnosti	139
Uspořádání a činnost vláskových buněk	140
Zpětnovazební labyrintový systém	147
Paměťová a operační jednotka — vestibulární jádra	147
Spinovestibulární vstup	149
Vestibulospinální výstup	150
Cerebellovestibulární systém	154
Vztah vestibulárního systému k probouzecímu	158
Vlastní pozorování	158
Hlavní otázka	158
Předpoklady	158
Sestava	159
Metoda	159
Výsledky	161
Souhrn výsledků	164
Závěry	164
Souhrn	171
TZV. HLUBOKÉ REFLEXY ŠÍJOVÉ	171
Klasické pokusy Magnuse a de Kleijna	171
Současné znalosti o horní krční míše ve vztahu k řízení hybnosti	177
Tzv. symetrické hluboké šíjové reflexy — vlastní pozorování	180
Hlavní otázka	180
Předpoklady	180
Sestava	180
Metoda	181
Výsledky	181
Souhrn výsledků	185
Závěry. Technika vzpřímené hlavy	187
Souhrn	193

Tzv. asymetrické hluboké šijové reflexy — vlastní pozorování	193
Hlavní otázka	193
Předpoklady	193
Sestava	194
Metoda	194
Výsledky a jejich souhrn	195
Závěry. Technika pohled — ruka	196
— Oční centrace	196
— Vzorkování hybnosti	199
— Akční vzorky	200
— Metoda synkinéz	202
Souhrn	204
Literatura ke II. části	205
Doplňky k literatuře	211
Souhrny	215

Předmluva ke druhé části

Bez spolupráce nemocného je pohybová léčba málo účinná. Nemocnému můžeme ukázat, jak ztracený pohyb obnovit nebo nahradit. Můžeme mu představit způsoby, jak se novému pohybu snadněji naučit. Seznámíme ho s účelným řádem a s polohami, v nichž má učený pohyb nejnižší náročnost a s polohami, v nichž má učený pohyb nejvyšší náročnost. Je to však sám a jedině nemocný, který bude v příští době pohyby tvořit a produkovat. Aktivní součinnost nemocného, jeho iniciativa, vůle a zlepšení jsou nepostradatelné. Proto je jako motto použít výrok Miroslava Prokopa: *Je dobré pohybovat se. Nikoliv být pohybován.* Knížku jsem psal v době, kdy jsem už skoro deset let pracoval na Neurochirurgické klinice. Tato práce přinášela sebou jiné zaměření a samozřejmě i jiné povinnosti. Nestačil jsem sledovat literaturu v dost širokém rozsahu a některé věci jistě najde řadu míst, v nichž by měly být uvedeny důležité a již publikované informace. Doufám, že najde i místa, která s hlediska nových poznatků ztratila platnost. Když je nenajde dnes, najde je za rok. Jediněčná důležitost novosti, která neustále povzbuzuje vědeckou zvědavost, nutně podporuje diskuse a rodí spory. Proto byl jako druhé motto použit jeden z výroků, které komentuje Prokop Málek. Přál bych si, aby knížka vzbudila spory co nejvíce.

Autor

METODICKÉ PŘÍSTUPY

Vše nepochybné, konstantní a opakovatelné co známe o polohových reflexech, bylo získáno experimenty na zvláště připravených zvířecích preparátech. Aby byl polohový reflex nepodmíněně výbavný (bezpodmínečně výbavný, Hrbek 1956), musí být mozek zvířete těžce a určitým způsobem poškozen. Jako standardní přípravný výkon se k tomu účelu užívají příčné řezy mozkovým kmenem v určité výši u čtvernožců v celkové narkóze a bez myorelaxace. Takto upravený preparát, uchovávaný při životě řízeným dýcháním, je připraven k bezpodmínečným hybným odpovědím na polohové podněty, které plňují podmínky pro to, aby byly nazývány reflexní.

Jako obecně přijatá kritéria reflexní akce určují Bizzi a Evarts (1971) z Bethesdy tyto podmínky:

- 1. odpověď je nenaučená (unlearned),
- 2. má stálou formu (uniform),
- 3. její charakter je v podstatě přizpůsobivý nebo ochranný (adjustive or protective),
- 4. odpověď nevzniká bez podráždění periferních receptorů (requires excitation of peripheral receptors),
- 5. vstupní prvky musí být zřejmé ve výstupním vzorku (components of the input being identifiable in the pattern of the output).

Jmenované základní vlastnosti reflexní akce vystihují vlastnosti nepodmíněného reflexu a měly by být u polohových reflexů přítomny.

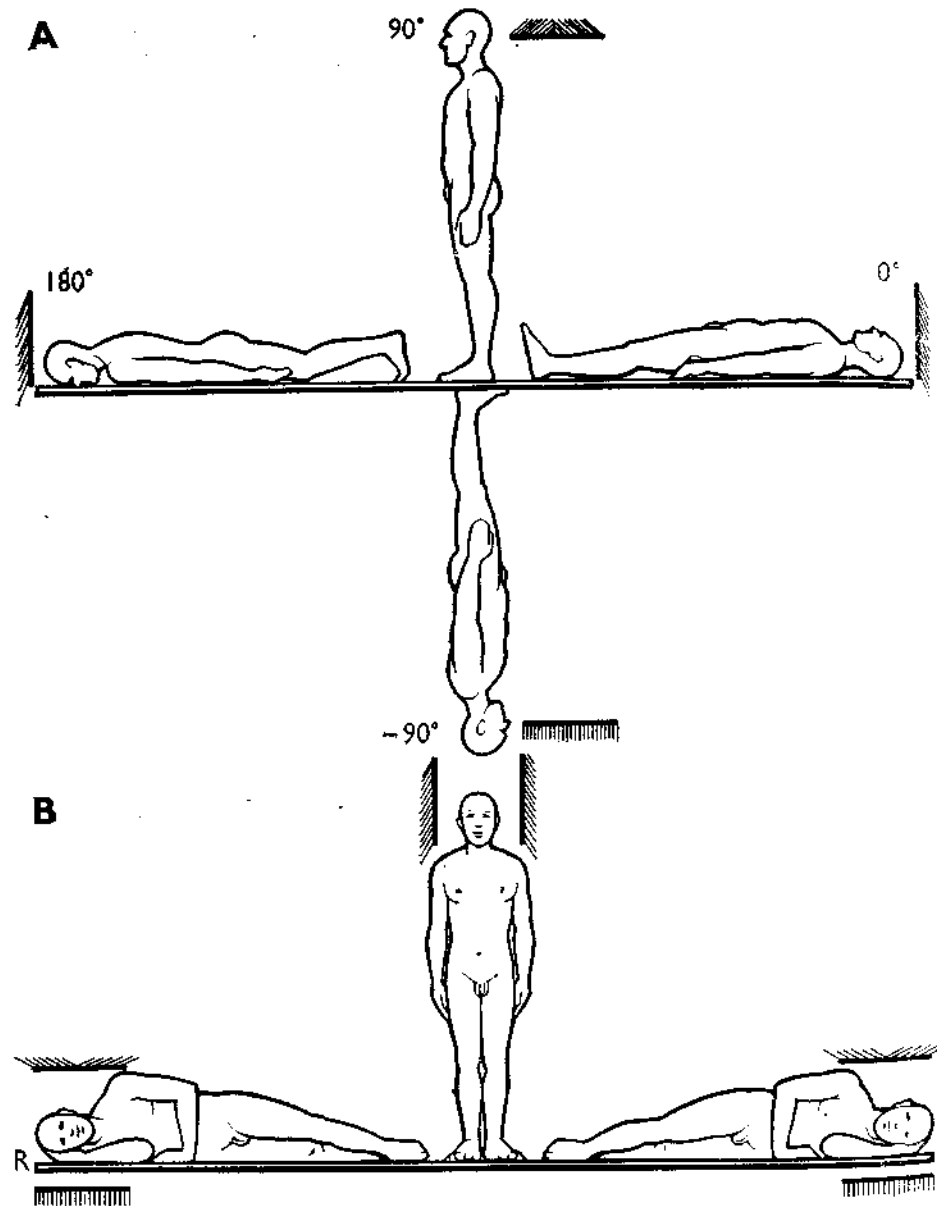
ZÁKLADNÍ POJMY

Definice polohových reflexů: široce organizované funkce centrální nervové soustavy a nervosvalového systému, které zabezpečují rovnovážnou polohu těla v prostoru, zvláště ve vztahu k zemské gravitaci. Strukturální základ polohových reflexů je prokazatelně vývojově starý. Funkční zabudování polohových reflexů v organismu je prokazatelně pevné (Stejskal, 1979).

Orientace ve složitých biologických dějích předpokládá 1. zjednodušení problému cílenou otázkou, 2. rozlišení jednotlivých situací a dějů přesnou nomenklaturou.

V nomenklatuře uvažovaných dějů nevystačíme jen s pojmem „*poloha*“, „*polohové reflexy*“. Ve světových jazycích se nacházejí tato synonyma: reflexi, položeniya, postural reflexes, reflexes de la posture, Lagereflexe. Pojem „polohový“ má jednak širší význam a označuje obecně všechny statické odpovědi na změny polohy těla a jeho částí v prostoru, jednak užší význam a pak označuje jen hybné odpovědi trupu a končetin na změny polohy hlavy v prostoru. Hlava a zejména receptory závislé na zemské přitažlivosti zaujímají polohu vzhledem k prostoru. Mluví se o *statických (tonických) labyrintových reflexech*. Poloha hlavy se měří ve vztahu ke třem prostorovým souřadnicím a značí se ve stupních (obr. 78).

Pak je český pojem „*postavení*“. Odpovídá nejspíše ruskému „*ustanovka*“.



Obr. 78. Poloha hlavy. Poloha těla.

A. Základní polohy hlavy podle umístění macula utriculi v prostoru: 90°, 180°, -90°, 0°. Postavení vlásků obou utrikulů ve vztahu k prostoru shodné. Odpovídající polohy těla: stoj, vleže na zádech (poloha supinační), vis, vleže na břiše (poloha pronační).
 B. Základní polohy hlavy podle umístění macula sacculi v prostoru: R, O, L. Postavení vlásků obou sakulů ve vztahu k prostoru navzájem odlišné. Odpovídající polohy těla: vleže na pravém boku, stoj, vleže na levém boku.

„Ustanovka těla“ je ruský překlad klasické německé monografie Roberta Magnuse „Körperstellung“. Pojem určuje vzájemné postavení jednotlivých částí těla. V souvislosti s významem, který mu dáváme my, užívají Angličani Francouzi nejspíš slova „position“: „standing position“, „sitting position“. V anglosaské literatuře je obvyklý také pojem „prone position“, „supine position“ a k přiblížení tohoto pojmu můžeme říci, že se tu uvažuje o vztahu těla k podložce. V češtině máme přesnější „poloha na břiše“, „poloha na zádech“, ale tu přece především o vztah těla k prostoru. V případě, o němž bude zejména šlo, ale řeč, uvažujeme o postavení hlavy, vztahu hlavy vzhledem k trupu. Hlava zaujímá vzhledem k trupu předklon nebo záklon, úklon (inklinaci) doleva nebo doprava, otočení (rotaci) doleva nebo doprava (obr. 79.) *Mluví se o hlubokých (šijových) (krčních) reflexech*, „deep neck reflexes“. Je zřejmé, že v každém případě změny postavení hlavy vzhledem k trupu se změnil také poloha hlavy v prostoru. Podněty vnímané receptory citlivými na změny postavení krčních obratlů působí tedy společně s podněty, které jsou vnímány receptory citlivými na gravitaci.

Jedinou výjimkou, kdy se poloha hlavy a šíjových reflexů nemění, která platí jen v laboratorních podmínkách a je také experimentálně využívána pro srovnatelné vyšetření vlivu postavení hlavy, je situace, kdy hlava zvířete je zavěšena ke stabilní podložce a trupem je otáčeno, předkláněno, zakláněno a rotováno.

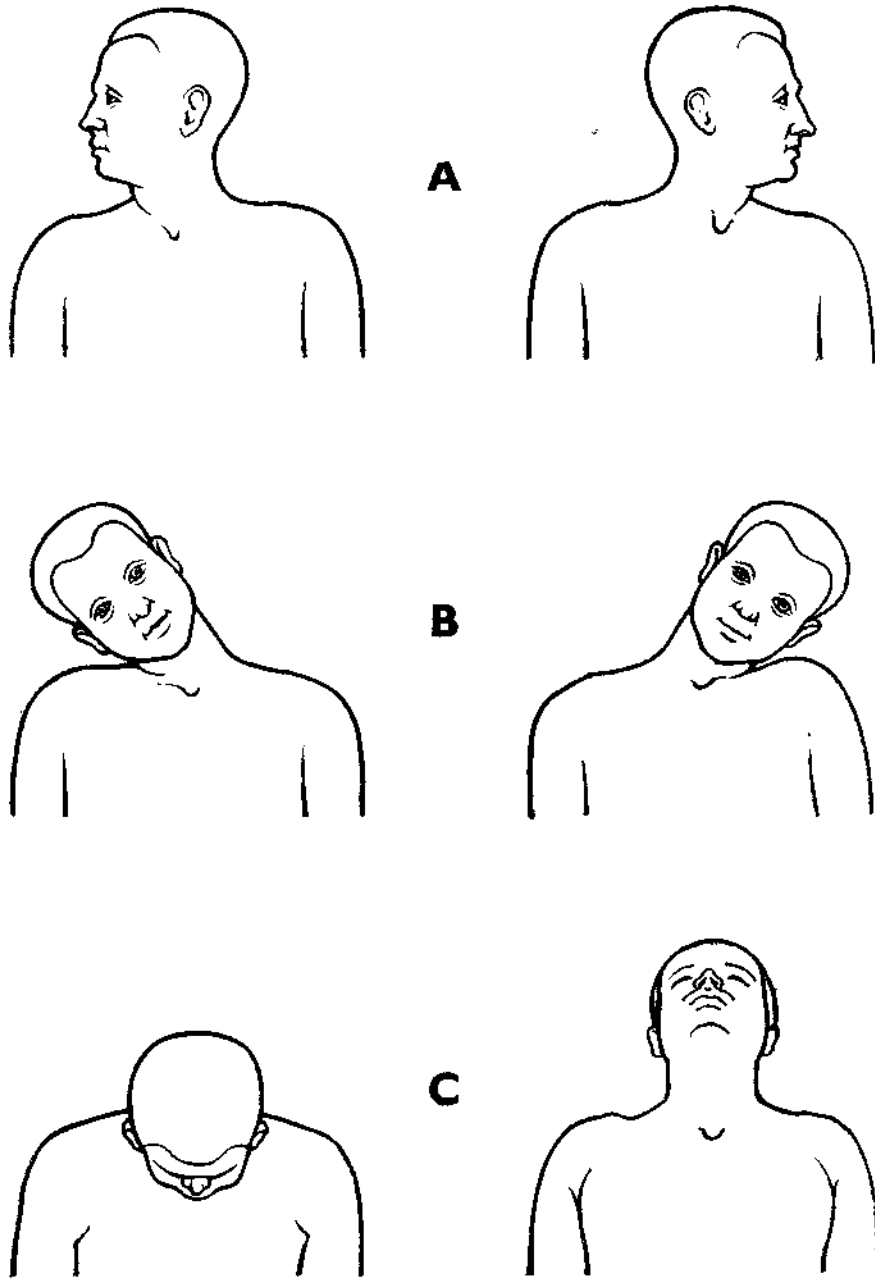
Dále je český pojem „držení“. Němci mají podobný („Haltung“), zatímco Angličani a Francouzi opět užívají „posture“, méně často „attitude“. Říkáme, že držení je flexní nebo extenční. Novorozenec je ve flexním držení, parkinsonik v semiflexním držení, držení hlavy v opisthotonu. Pojem „držení“ nemá žádný vědecký význam.

Pro doplnění, jako „pohyb“ označujeme v klinice a ve fyziologii hybnost, hybnou změnu směřující z jednoho postavení do druhého. Aktivuje se řada dalších receptorů a pokud se pohyb týká hlavy, také receptory, které spouštějí netické labyrintové reakce.

Poloha a postavení mají pro hybnou organizaci preparovaného zvířete zásadní význam. Každému zvolenému postavení a poloze těla odpovídá určitá pohybová připravenost a pohotovost k hybným odpovědím. Změna polohových podmínek může zvětšit nebo zmenšit reflexní odpovědi a tentýž podnět může v různých polohových podmínkách vyvolat rozdílnou odpověď (Socin a Leeuwen, 1914). Nemusí se při tom jednat jen o změnu polohy a postavení hlavy. Pokrokové kontrakce končetinových svalů při dráždění mozkové kůry byly jiné, když byla končetina ve flexi a jiné, když byla v extenzi. Přípomeňme zároveň, že v psychom pro praktické rehabilitační účely zdůraznili význam cvičení proti odporu, že byly větší, když byla končetina upevněna k podložce, takže se pokrovaný lokomotorický efekt setkával s odporem (Gellhorn, 1948, 1949).

U zvířete, kde byl proveden decerebrační řez, tj. protěti mozkového kmene mezi dolním okrajem čtverhrbolí a horním okrajem vestibulárních jader (obr. 80), zvíře tím zbaveno optických a zvukových informací a také hybné kontroly prováděné horními oddíly kmene i velkého mozku, u něj rozhoduje postavení jednotlivých segmentů končetin výhradně poloha hlavy v prostoru

Podle informace Ústavu pro jazyk český vhodnější je „šijový“ než „šijní“.



Obr. 79. Postavení hlavy

- A. Otočení, rotace hlavy (angl. rotation, něm. Kopfdrehung).
 B. Úklon, inklinace hlavy (angl. synonyma tilting, side bending, lateral flexion, něm. Kopfnegung, Kopfwendung).
 C. Předklon, záklon hlavy (angl. ventroflexion, dorsiflexion, něm. Kopfsenken, Kopfheben).

a postavení hlavy vzhledem k trupu. Kočka, pes, opice leží a o tom, zda (bez použití dalších podnětů) budou končetiny ve flexích či extenzích, rozhodují tonické labyrintové reflexy a hluboké šíjové reflexy. Mluvíme o decerebračních podmínkách, o decerebrovaném zvířeti. Velký význam u těchto preparátů má zachování nebo nezachování mozečku, přesněji přední části vermis (lobus anterior cerebelli), jehož Purkyňovy buňky tlumí polohové reflexy labyrintu. Mluvíme o interkolikulární decerebrační rigiditě, když mozeček je zachován v souvislosti s míchou a o ischemické decerebrační rigiditě, když je experimentálně odpojen. V prvním případě jsou silně vyjádřeny natahovací reflexy a hluboké šíjové reflexy (Hunt, 1951). Souvisí to se zvýšenou (odbrzděnou) fuzimotorickou inervací svalových vřetének. Extrémní předklon hlavy decerebrovaného zvířete vyvolá silnou aktivaci vřetének m. soleus (Eldred a spol., 1953). Nejsou však zvýšeny tonické labyrintové reflexy. Ty se výrazně manifestují až ve druhém případě, když je ischemizován mozeček (Pollock a Davis) a odpadne tak mozečková brzda labyrintových reflexů. Jestliže je u psa proveden řez kmenem výše a střední mozek zůstal v souvislosti s míchou, opět rozhodují o flexích a extenzích končetin polohové reflexy, zvíře je však schopné stoje (jsou zachovány vzpřimovací reflexy). Mluvíme o thalamickém zvířeti (obr. 80).

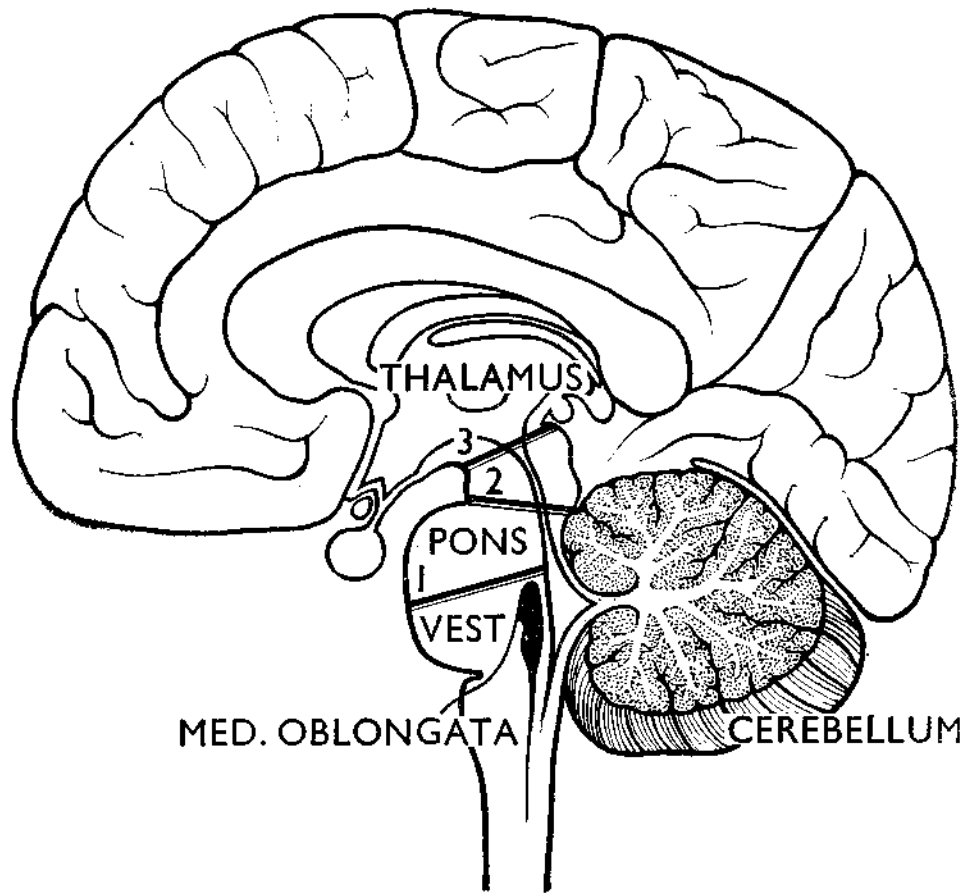
Tyto poznámky mají sloužit k představě, jak musí být mozek poškozen, aby v laboratorních podmínkách umožňujících přesné zkoumání příčin a následků byly polohové reflexy identifikovány.

VÝVOJ POZNATKŮ U ČLOVĚKA

Ve dvacátých letech, kdy nastal rozvoj neurofyzologie, byly při odcítání polohových reflexů u člověka použity primitivní metody. Riddoch a Buzzard, 1921, Magnus, Simons, Walshe, Schaltenbrandt, Hoff a Schilder, Goldstein a Riese, Freeman a Morin, Marinesco a Radovici v letech 1923—1925 předložili práce o polohových reflexech u člověka založené na aspexi a palpaci. Zjišťovali odpovědi na změny polohových podmínek u novorozenců, u dětí s nádory zadní jámy, u familiární idioocie, u hemiplegiků na spastických končetinách, zvláště u hemiparetických forem dětské mozkové obrny. Věrně popsali *nestálost a variabilitu odpovědi*. Hluboké šíjové reflexy našli sotva u 25 % hemiplegiků (Simons, pozorování u 248 nemocných). Byly závislé na provedení přídatných volných usilovných pohybů, na tzv. synkinézách. Jejich latence kolísala individuálně i personálně, měnila se rovina odpovědi opakováním se odpověď zeslabovala, vymizela nebo obrátila, mohla být tlumena rozrušením. Tonické reflexy labyrintové většinou hodnotili jako skryté, ne zcela jasně, podřízené šíjovým. Vystupovaly ve stavech bezvědomí a znovu-nabytím vědomí mizely (Magnus, 1924, Hoff a Schilder, 1925).

Z tehdejších metod a výsledků je zřejmé, že odpovědi končetin na změnu polohy a postavení hlavy u člověka, tak jak byly popsány, nelze podle dnešních kritérií považovat za polohové reflexy ani za žádné jiné reflexy. Však také Hoff a Schilder (1925) napsali, že názvu „Lagereflexe“, „Stellreflexe“ a „Haltingsreflexe“ užívají pouze se zřetelem k pracím Magnuse a de Kleijna. Miřatský a spol. (1959) nehodlají názvem „reflex“ nic závazného říci, „... s definitivním posouzením vhodnosti názvu „reflex“ bude třeba ještě počkat“.

Ještě opatrněji je třeba posuzovat tehdejší nálezy „polohových reflexů u zdravého člověka“. Aby byly prokázatelné, zkoumaný jedinec musel mít sval-



Obr. 80. Experimentální řezy mozkovým kmenem, na nichž závisí bezpodmínečná manifestace polohových reflexů.

Černě je označena oblast vestibulárních jader (VEST), která zůstává v každém případě v kontaktu s míchou. Jednotlivé řezy určují rozsah supravestibulární kontroly.

Řez 1 (decerebrační řez dolní) je nad horním okrajem vestibulárních jader.

Řez 2 (decerebrační prekolikulární) je pod dolním okrajem dolního čtverohrbolí.

Řez 3 (thalamický) je na hranici středomozku a mezimozku.

stvo, v němž se měly projevit „ve stavu lehké volní inervace“, „musel se osvobodit od sklonu ke změnám polohy“ a podobně. Magnus sám u zdravého člověka polohové reflexy nenašel, ani u zdravého novorozence (vyšetřil 26 novorozenců). Doc. Kamil Henner, 1928: „... Většina reflexů posturálních není u zdravého dospělého člověka dokazatelná... nelze dosti zdůraznit, že citované výsledky pokusné mají většinou platnost jen pro druh zvířete, s nímž byl proveden pokus. Tím méně lze je přímo přenášet na člověka.“ Přece však u zdravého dospělého člověka „reflexy polohy a držení“ shledal. Všechny (5 typů) se týkaly úchylnosti předpažených a supinovaných paží, jejich divergence, elevace, pronace, devlance směrem k deviaci hlavy. Při dnešních náročných kritériích na nomenklaturní přesnost bychom se velmi zdráhali na označení „reflex“ přistoupit.

V letech 1930—1950 nebyly mimořádné poznatky o polohových mechanismech u člověka uveřejněny, kromě několika výjimek (A. Gesell a Kateřina Amatrudová: Embryologie chování, 1945 a Vývojová diagnóza, 1951). Zato v dalším desetiletí, 1950—1960, byly publikovány nejen řady fundamentálních sdělení, ale vznikly celé školy, jejichž činnost nás velmi zajímá, protože aplikovaly fyziologické znalosti o polohových reflexech v pohybové léčbě. Autoři použili základního fyziologického poznatku, že totiž změna polohy hlavy v prostoru (prostřednictvím tonických labyrintových reflexů) a změna postavení hlavy vzhledem k trupu (prostřednictvím tonických, hlubokých šíjových reflexů) sice nevyvolá přímo pohyb končetin, ale způsobí změnu v prahu motorických odpovědí buď směrem k extenzím, nebo k flexím, takže k vlastnímu vybavení extenčního nebo flexního pohybu pak stačí nižší podnět. Poznaték inspiroval k praktickému použití.

Především vznikla v Londýně škola maďarských předválečných emigrantů, manželů Karla a Berty Bobathových, která vypracovala komplexní metodu pohybové léčby dětských spastiků (Bobath a Bobath 1948, 1950, 1952, 1954, 1955, 1962, 1964). Zjistili, že v určitých polohách svalový hypertonus klesá („reflex inhibiting postures“), a že v těchto polohách lze snadněji kontrolovat aktivní hybnost. *Reflexní inhibiční polohy* nejsou tedy statické, nýbrž dynamické vzorky, které se jedinec postupně učí spojovat v plynulý pohyb. Zlepšení hybné funkce není způsobeno redukcí tonu, nýbrž jinou distribucí hypertonu. Důsledně respektují *vývojovou hybnou řadu* (developmental sequence). Sed nacvičují z polohy vleže na břiše. Snazší nácvik touto technikou zdůvodňují tím, že v poloze vleže na břiše je nižší tonus extenzorů, který jinak brání flexím potřebným při realizaci sedu. Uvádějí takový příklad vytvoření reflexní inhibiční polohy: nemocný s extenzorovou spasticitou dolních končetin a flexní spasticitou trupu a horních končetin. Nemocný je umístěn do kleku, sedí na patách. Trup přepadá i s hlavou, paže jsou v abdukci. Flexorová aktivita tak převládá v celém těle vzhledem k poloze hlavy v prostoru (tonický labyrintový reflex). Zatímco dolní končetiny zůstávají ve flexích, začíná vzpřimování trupu. Paže jsou předsunuty a nataženy až do prstů, dlaně se vzájemně dotýkají. Konečně je zdvihána hlava. Tím se podle Bobathových obrátí vedoucí tonická činnost labyrintu, flexní aktivita se sníží, extenční zvýší, změna ovlivní dolní končetiny, dítě může vstát. Otočení hlavy směrem k natahované horní končetině (hluboké šíjové reflexy) lze využít pro nácvik extenze paže, ruky, prstů, ale ne už pro úchop. Aby dítě uchopilo předmět, musí hlavu otočit druhým směrem, aby předmět upustilo, zase jí otočit zpět (Bobath a Bobath, 1952).

Metoda Bobathových představuje ucelený rehabilitační systém založený na skvělých kineziologických postřezích, který znamenitě obohatil rozvíjející se pohybovou léčbou a znamenal pro spastické děti ohromný léčebný přínos.

Způsoby aplikace fyziologických poznatků o polohových reflexech jsou však nepřesné, způsoby vysvětlení dostatečně nepodložené a často chybné. Tonický labyrintový reflex lze hodnotit jen tehdy, když je zajištěno stálé postavení hlavy vzhledem k trupu a mění se jen poloha hlavy vzhledem k prostoru. Vliv polohových reflexů je přeceněn. Vliv jiných reflexů spinálních i supraspinálních nedoceněn. To ovšem nic nemění na praktické ceně metody. Ostatně při jejím pozdějším širokém použití byl více zdůrazňován význam svalových a kloubních receptorů a polohy dítěte na podložce (Semans, 1957).

Temple Fay (1954) důsledně prosazoval polohu na břiše jako výhodnou pro začátek nácviku lokomoce u spastických dětí. Na rozdíl od Bobathových nezdůrazňoval význam labyrintů. Mluvil o „*schématech primitivního pohybu*“

o „uvolněných, odemknutých patologických kmenových reflexech“. Dítě se učí nejdříve plazit, protože pohybový vzorek plazení je řízený vývojově nejstaršími oddíly mozku a jen ty zůstaly nepostiženy. Pak se učí lézt po čtyřech, pak chodit „jako slon“ s nohama nataženými a rukama visícíma. *Hybný vývoj dítěte tedy sleduje vývojovou řadu obojživelníci — plazi — čtvernožci*. Temple Fay se domníval, že při plazení jsou důležité tonické šijové reflexy; vždyť hlava jde vždy za vedoucí přední končetinou. Jakmile je při plazení horní končetina rukou v úrovni úst a dolní končetina kolenem v úrovni břicha, má se hlava dítěte pasívně otočit ke druhé straně, aby se „tonickým šijovým reflexem“ napomohlo pohybu končetin druhé strany. Očekávaný a podporovaný pohyb končetin je však flexní a jak v dalším výkladu bude podrobně uvedeno, na straně obličejové otočené hlavy se končetiny decerebrovaného zvířete natahují. Předpoklad Temple Faye o působnosti hlubokého šijového reflexu při plazení dítěte je mylný.

U nás v Československu vznikly v šedesátých letech dva rehabilitační směry, oba založené na tradicích Hennerovy školy, které ovlivnily hodnocení polohových mechanismů.

První z nich zpracoval nové poznatky o vlivu postavení hlavy v reedukaci dospělých hemiplegiků [Miřatský, Obrda, Starý]. Získané informace mají velký význam pro praktické použití, jsou doloženy elektromyograficky a bude o nich řeč ve stati o asymetrických hlubokých šijových reflexech.

Druhý vyložil, jak určitý pohyb záleží na celkové posturální situaci. Jeho autorem byl Václav Vojta (1964, 1965, 1966). V poloze na všech čtyřech se u spastických dětí facilituje dorzální flexe nohy. V poloze vleže na břiše se facilituje plantární flexe nohy. Dodáváme: obě jsou polohy pronační, v obou je poloha hlavy a labyrintů stejná a každá z nich má jiné hybné důsledky. Byla zdůrazněna důležitá funkce exteroceptivních kožních signálů. Byly vyznačeny spouštěvé zóny na povrchu končetí a trupu, při jejichž stlačení lze provokovat sled pohybů tvořících plazení. Pohyb hlavy není primárním článkem v tvorbě schémat spastického dítěte. Vzpřimovací mechanismy vycházejí z křečen končetin a je to pohyb pletenců, který zákonitě ovlivňuje postavení hlavy, provokuje rotaci hlavy a asymetrickou extenzi šíje. Celkem a stručně, posturální situace vytvářející určitý *proprioceptivní komplex*, a tlakové, bolestivé a chladové podněty vytvářející určitý *nociceptivní komplex*, jsou významnějším činitelem v nastavení pohybových prahů, než poloha hlavy v prostoru a postavení hlavy vzhledem k trupu. Václav Vojta rozpracoval metodické řady pro využití v pohybové reedukaci dětí s ranou mozkovou obrnou, měl a má velkou zásluhu o zlepšení léčby těchto dětí. Na svou dobu bylo jeho učení i teoreticky velmi progresivní a v závěrech shodné s některými poznatky F. A. Hellebrantové a jejich žákyň. O nichž protože netvoří léčebný systém, nýbrž pojednávají o pohybových vzorcích zdravého jedince, bude pojednáno na jiném místě.

Několik příkladů teorií polohových reflexů u člověka z let 1950—1960 ukazuje, že způsoby, kterými byly získány výsledky, se v podstatě nelišily od metod roku 1925. Základem byla pozorování prováděná prostým zrakem a osobní zkušenost. Výsledky považovány autory za příkladné byly prezentovány ve formě fotografických záběrů.

Kvantitativní měření jen pomalu a obtížně získávala půdu. Elektromyografie mohla poskytnout mnohem koncisnější výsledky tam, kde mohl být použit definovaný podnět pro děj v definovaném reflexním okruhu. Proto byl tak záhy elektromyograficky doložen monosynaptický reflex (H) a nepřímá odpo-

věd svalů (M). Pro polohové reflexy nemohla neurofyzologie ani definovaný podnět, ani přesnou informaci o reflexním okruhu nabídnout. Přece však byly nalezeny metody, kterými byly složité problémy postupně zkoumány. Byly řešeny dílčí úkoly, nejdříve jednoduché a odpovídající rozvíjejícím se technickým možnostem.

Jedním z prvních úkolů byla otázka zajištění vzpřímeného držení těla. Může elektromyografie zjistit jak je zajištěn stoj? Které svaly jsou skutečně „posturální“? Existuje posturální tonus? Jaký je obraz „tonu“ v elektromyografickém obraze?

VZPŘÍMENÉ DRŽENÍ TĚLA

S předpokladem, že vzpřímené držení trupu je udržováno akcí *paravertebrálních svalů (mm. semispinales)*, byla zkoumána klidová aktivita těchto svalů ve stoji normálních jedinců. I když byly zjištěny význačné individuální rozdíly, společně bylo chybění klidové aktivity ve výši střední krční a dolní bederní (lordózy) a průměrně nejvyšší aktivita ve výši Th 7—11, která se oběma směry snižovala [Joseph a McColl, 1961]. Aktivita bederních paravertebrálních svalů sa zvyší lehkým předklonem, ale v extrémním předklonu vymizí — navzdory natahovacím reflexům z přetažení těchto svalů [Akerblom, 1948, Portnoy a Morin, 1956]. Aktivita *kyčelních svalů (m. gluteus max.)* je v klidném stoji téměř nulová a objevuje se jen v nárazech, když se opravuje výchylnka z klidného stoje [Floyd a Silver, 1950, Joseph a Williams, 1957]. *Hamstringy (m. biceps femoris, m. semitendinosus)*, jsou v klidném stoji elektricky rovněž tiché a akční potenciály se objevují až předklonem nebo předpažením [Joseph a Nightingale, 1954, Joseph a spol., 1955, Joseph, 1960 a, b]. Ani *m. quadriceps femoris (vastus lat., vastus med.)* není v klidném stoji aktivní [Akerblom, 1948, Joseph a Nightingale, 1952, Joseph a spol., 1955, Portnoy a Morin, 1956]. V bércových svalech není rovněž žádný rozdíl mezi stavem vleže a vstoje, pokud nedojde ve stoji k záklonu, kdy se *m. tibialis ant.* aktivuje [Joseph a spol., 1955]. Nejčastěji byla zjištěna klidová aktivita vstoje v *lýtkových svalech, více v m. soleus než v m. gastrocnemius* [Joseph a spol., 1955]. Všechna tato měření byla provedena povrchovými elektrodami, ale protože snímací podmiňky odpovídaly možnostem tehdejší málo dokonalé lékařské techniky, byly jako projevy bioelektrické aktivity hodnoceny jen grafoelementy vyššího napětí než 20 μ V [Joseph a spol., 1955]. Výsledky přesto jasně ukázaly, že vzpřímené držení těla není provázáno žádnou význačnou aktivací tzv. posturálních svalů, že je třeba počítat s tím, že vzpřímený stoj je možný zejména vzhledem k perfektnímu udržování rovnováhy, a že k výraznější aktivaci svalů trupu a dolních končetin ve stoji dochází jen při větších a zvláště rychlých výchylnkách těžiště nebo při poruše aferentace — proprioceptivní, zrakové nebo labyrintové. Padla představa o udržování „antigravitačního extenzorového posturálního svalového napětí“ labyrintem, matná ostatně už dříve, neboť — jak bude podrobně popsáno — vstoje zaujímá hlava polohu, v níž u decerebrovaného zvířete je aktivita extenzorů právě nejnižší.

Další výsledky ukázaly, že *vstoje jsou některé svaly činné bez delších period elektrického ticha*. Měření byla provedena již při vysokých hladinách citlivosti, která se blížila teoretickému omezení základním šumem, tj. 1 μ V. Opět bylo zjištěno, že ve stoji jsou aktivní hlavně *m. gastrosoleus* a *m. tibialis anterior*. Mezi jejich činností v klidném stoji a klidném sedu jsou rozdíly významné na

hladině 1 %. Naopak m. quadriceps femoris se stojem bezpečně neaktivuje [de Vries, 1965].

Tabulka 3. Normy klidové svalové aktivity

	Sed s oporou (střední hodnoty)	Klidný stoj	Významnost
m.gastrocnemius	0,48 uV	5,44 uV	1%
m.tibialis ant.	0,40 uV	5,84 uV	1%
m.semispinalis (erector spinae)	8,65 uV	11,32 uV	2%
hamstring	0,08 uV	1,12 uV	1%
m.quadriceps femoris	0,16 uV	1,46 uV	—

Na okraj je vhodné k těmto hodnotám uvést průměrný energetický výdej v kcal/min/70 kg váhy: vleže 1,0, vsedě s oporou 1,2—1,6, v klidném stoju 1,4—2,0 [Corcoran, 1971].

Jsou však velké individuální rozdíly, některé zdravé osoby dosahují delších period elektrického ticha, jiné jen kratších a významnost vynikne až při vyhodnocení celé skupiny. Ukázalo se, že činnosti některých svalů ve stoju se skutečně udržuje jen potřebné rovnovážné umístění těžiště těla a toho se dosahuje jemnými oscilacemi („swaying“). Řízení oscilací se děje na spinální a supraspinální úrovni na podkladě informací ze svalových vřetének, z labyrintů a z očních sítnic. Systém polohové regulace, znázorněn jako model, má dvě hladiny: nižší je tvořena proprioceptivními reflexy zajišťujícími okamžitou úpravu neustálých nepřesností rovnováhy a vyšší, která moduluje citlivost těchto reflexů na podkladě signálů zrakových, vestibulárních a z jiných receptorů [Nashner, 1970].

Bylo zřejmé, že ke studiu stoje a jeho poruch je vhodné použít jinou metodu než elektromyografii, takovou, která s patřičnou přesností může zkoumat jemné výchylky těžiště a jemné oscilace. Vznikl nový laboratorní i klinický směr, posturografie (2. mezinárodní sympozium se konalo v r. 1973 v ČSSR, ve Smolenicích) a nové metodické směry, stabilometrie, statokinesimetrie a zejména stabilografie. Stojící tělo se (prostým okem neviditelně) pohybuje celé, nejen v těžišti [Snijders a Verduin, 1973]. Nejmenší kolísání je ve výši dolních částí stehna [T. Valk-Fai, 1973]. Největší výchylky v levo-pravém směru jsou ve výši kyčlí, v předozadním směru ve výši kotníků [Kapteyn, 1973]. Výchylky těžiště stojícího těla („common gravity center“, „CGC“, „mass centre of gravity“), které je ve výši křížové kosti, mají určitou amplitudu a určité zrychlení, které se odrážejí na reakci nohy zachycené stabilogramem. Reakce nohy záleží ve změně centra tlaku nohy („position of the center of foot pressure at standing“, „CFP“). Frekvence ve stabilogramu kolem 1 Hz odpovídají natahovacím reflexům svalů dolních končetin [de Wit,

1973]. Při některých nemocech mozku přibývá pomalých oscilací a ve stabilogramu pomalých frekvencí [Gurfinkel a Elner, 1973], téměř vždy však nastávají více rychlé oscilace 1 Hz a ukazují tak na poruchu řízení natahovacích reflexů dolních končetin [Gurfinkel, 1973 a]. V Moskevské akademii věd zjistili, že nálezy stabilografické jsou ve vzájemné korelaci s nálezy EMG; sagitální oscilace ve výši kotníků odpovídají neaktivnějším m. triceps surae a m. tibialis anterior. Prahová hodnota pro natahovací reflex m. triceps surae je podstatně nižší vstoje než vleže: při 10° dorzální flexi nohy je prahová rychlost pohybu 40—50°/sec., zatímco vstoje jen 20—30°/sec. Při jemných oscilacích nohy kolem 0,1—1° je práh mnohem nižší. Měření prováděla dřívější nálezy Keltona a Wrighta (1949). Prokázala však zároveň, že je tímto způsobem měří natahovací reflex jako výsledek pohybové reakce, ale že když se měření provádí tak, že se nenaklání stojící tělo, nýbrž podložka, na níž stojí, natahovací reflex m. triceps surae se buď nevybaví vůbec, nebo má vysoký práh. Z těchto nálezů sovětská autoři vyvozují, že udržování rovnováhy zdravého člověka je řízeno více labyrinty a telereceptory (zejména zrakem) než natahovacími reflexy [Gurfinkel, 1973 b].

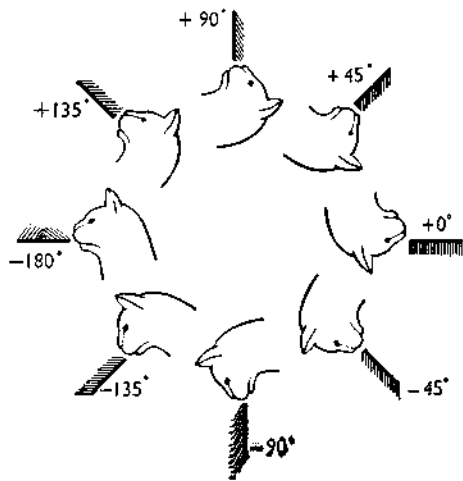
Ve vysvětlení polohových regulací měl v posledních letech největší význam výzkum labyrintu a vestibulárního systému, podněcený lety do vesmíru. Než pojednáme o nejdůležitějších informacích, je třeba se zmínit o základních nálezech z historické doby neurofyziologie.

POLOHOVÉ REFLEXY LABYRINTOVÉ

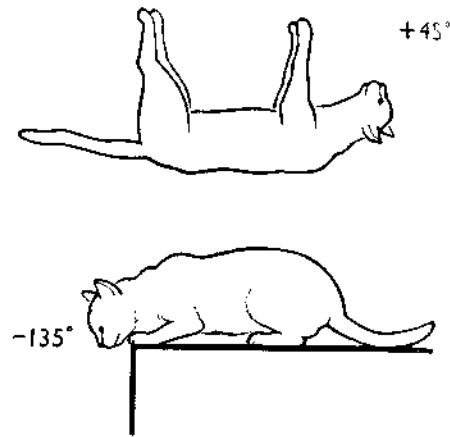
KLASICKÉ POKUSY ROBERTA MAGNUSE

Podnětem pro vybavení polohových labyrintových reflexů je změna polohy labyrintů v prostoru. Protože labyrinty jako párový orgán jsou pevně umístěny nejpevnějších kostech hlavy, v kostech skalních, je prakticky podnětem pro vybavení polohových labyrintových reflexů změna polohy hlavy v prostoru. Labyrint je neobyčejně citlivý orgán, který vysílá informace o poloze hlavy v prostoru už při nepatrných výchylkách. Záleží jednak na stupni úchylnosti hlavy, jednak na zrychlení pohybu hlavy, kterým byla úchylnost dosažena. Známé dnes polohové hodnoty pro zrychlení v jednotlivých prostorových rovinách, které působí krátkodobé, pohybové kinetické labyrintové reakce sloužící udržování rovnováhy těla při lokomoci. Magnus se zabýval převážně reakcemi dlouhodobými, které trvaly tak dlouho jako zaujatá poloha hlavy. Zjistil, že tyto tonické, polohové reakce nejsou závislé na zrychlení pohybu hlavy, nýbrž výhradně na stupni úchylnosti hlavy v prostoru. Stupeň úchylnosti hlavy nastavil tak, že krční páteř decerebrovaného zvířete zpevnil korzetem, aby nedocházelo ke změnám postavení hlavy vzhledem k trupu a k míšení reflexů labyrintových se šijovými, pak jeho pomocník podržel preparát ve zvolené poloze v prostoru a Magnus sledoval, jak se chovají končetiny.

Bylo již řečeno, že výsledky pokusů byly odečítány aspexi a palpaci. Některé byly registrovány kymograficky. Když došlo u decerebrovaného zvířete (užíval nejčastěji králíka a kočky, méně často psa a vzácně opice) k pohybu končetin, přesněji ke změně postavení končetin, stačila aspexie. Když nedošlo, užíval palpace, hmatat napětí velkých svalů končetin. Protože druhý případ byl častější, mluvil většinou o změnách tonusu.



Obr. 81 Polohy macula utricle v prostoru (částečně podle Magnuse, 1924)
Otáčení zvířete kolem bitemporální osy. Polohy hlavy 0° — 180°. V polohách —135° až +90° převažuje naléhání vlásků macula utricle. V polohách +45° až —90° převažuje visení vlásků macula utricle.



Obr. 82. Extenční maximum a minimum decerebrované kočky (podle Walshe, 1957)
V polohách vleže na zádech, kdy hlava zaujímá polohu +45°, se končetiny decerebrovaného zvířete maximálně natahují. V poloze vleže na břiše, kdy je hlava v poloze —135°, nastává maximální flexe končetin.

Magnus zjistil, že nápadné změny držení končetin a tonusu extenzorů a flexorů velkých kloubů nastávají především tehdy, když se mění poloha zvířete v sagitální rovině, tj. když se mění poloha hlavy kolem bitemporální osy. Když jsou tyto změny polohy hlavy vztaženy na změny polohy jednotlivých částí obou labyrintů vzhledem ke gravitaci, mění se poloha velké skupiny vláskových buněk umístěných na macula utricle. Anatomové už dávno předtím popsali, že na koncích vlásků makulárních buněk jsou připevněny droboučké krystaly uhličitanu vápenatého, které vzhledem ke své hmotnosti buď na vlásky tlačí, takže vlásky na povrch buněk naléhají, anebo je tahají dolů, takže vlásky visí (obr. 81). Mluví se o tlačící nebo visící poloze vlásků makulárních buněk. Tyto dvě extrémní polohy makuly utrikulu (a hlavy) vyvolávají dvě extrémní změny držení končetin decerebrovaného zvířete popsané Magnusem.

Polohu hlavy v prostoru, při které nastupuje maximum tonusu v extenzorech končetin u kočky, psa a opice, označil jako polohu +45°. Minimální tonus extenzorů nastává v poloze o 180° opačné, v poloze —135°. Všechny čtyři končetiny decerebrovaných zvířat reagují shodně (obr. 82). Nejsilnější reakce nastává v ramenních, loketních, kyčelních a kolenních kloubech. Latence odpovědi je velmi měnlivá, od 1/4 do 23 sekund. Vyřadí-li se oba labyrinty u decerebrovaného zvířete se sádrovým korzetem kolem šíje, zvíře přestane na změny uložení v prostoru reagovat. Vyřadí-li se jen jeden labyrint, reagují končetiny levé i pravé nadále stejně, a to jak hned po labyrintektomii, tak později. Z toho plyne, že každý labyrint řídí tonus svalů končetin horních i dolních, pravých i levých.

Labyrinty kontrolují i svalstvo osové, zejména svaly šíje. I v nich zjistil Magnus palpační metodou (zjišťoval odpor, který šíje klade pasivním pohybem

hlavy) stav extenčního maxima v poloze hlavy +45° a stav extenčního minima v poloze —135°. Vliv na šíjové svalstvo je však převážně „stejnostranný“. Po jednostranné labyrintektomii zaujme hlava zvířete tzv. základní chylku, ukloní se uchem ke straně zničeného labyrintu a otočí se ke straně zdravé. Lze předpokládat, že při tomto asymetrickém držení hlavy má řídicí vliv jiná část labyrintu, totiž vláskové buňky umístěné na macula sacculi, které v popsané poloze hlavy v zachovaném labyrintu naléhají. Pojem „stejnostranný“ o několik řádek výše je v uvozovkách proto, že se tím nerozumí anatomická stejnostrannost, nýbrž pohybová, funkční. Magnus tím nerozumí svaly pravé nebo levé poloviny šíje a trupu, nýbrž svaly uklánějící šíji a trup ke stejné straně.

U thalamickeho zvířete vyvíjejí labyrinty polohovou činnost, která zabezpečuje přirozené držení hlavy (labyrinto-hlavový reflex). Lze předpokládat, že tímto symetrickém držení hlavy mají řídicí vliv vláskové buňky na makulách utrikulů, které při normálním držení hlavy (—135°) v obou labyrintech naléhají. Vidíme později, že v poloze kdy vlásky vláskových buněk naléhají, buňky nejméně vysílají. Už teď lze však říci, že hlava se snaží zaujmout polohu „makulárního minima“.

Jestliže je u thalamickeho zvířete provedena oboustranná labyrintektomie, není zvíře nadále schopno najít přirozenou polohu hlavy —135°. Najde ji však při doteku těla s podložkou (tělo-hlavové reflexy).

U zvířat intaktních převažují velmi silně při udržování polohy hlavy —135° reflexy optické (Magnus, 1924).

SOUČASNÉ ZNALOSTI O VESTIBULÁRNÍM SYSTÉMU VE VZTAHU K ŘÍZENÍ HYBNOSTI

Labyrint je párový orgán, který lze pitevně vypreparovat ze skalní kosti jako kostěnný útvar a na němž lze rozlišit masivní kulovitou část a z ní vystupující tři polokruhové kanály (obr. 83). Kanály jsou na sebe kolmé a tak jsou v jakékoliv poloze hlavy každý v jiné prostorové rovině. Všechny tři se připojují na onu kulovitou část, která je posmrtně dutá; dutiny jsou v ní dvě, utrikulus a sakulus. Za života tvoří kostěnný labyrint jen pevnou schránku pro membranózní labyrint, který je uvnitř vyplněn velmi inertní kapalinou (endolymfou). Ta se v prostorách membranózního labyrintu při změně polohy hlavy pohybuje, a protože prostory vzájemně komunikují, může dokořá proudit. Každý polokruhový kanál obsahuje jednu příčnou vyvýšeninu stěny (krista), které částečně zabraňuje průsvitu kanálu. Na ní jsou umístěny buňky pokryté neobyčejně jemnými vlásky. Vlázky se při pohybu endolymfy ohnou a mohou zůstat ohnuté i delší dobu. Podobná místa pokrytá vláskovým epitelem (makuly) jsou i v utrikulu a sakulu; i zde je pozoruhodné, že anatomickým uspořádáním odpovídají třem prostorovým rovinám. Rozdíl proti vláskovým buňkám na kristách kanálů je ten, že vlásky na makulách utrikulu a sakulu jsou zabořeny svými konečky do gelózní masy, která se nejen pohybuje při pohybu endolymfy, ale která, protože je vyplněna krystaly uhličitanu vápenatého (statokonie, statokoniová membrána), podléhá zákonům zemské gravitace (obr. 84). Z toho vyplývá, že v jedné poloze hlavy statokoniová membrána vlásky buněk stlačuje, a v poloze hlavy o 180° obráceně za ně tahá. U vláskových buněk makuly utrikulu to je tak, že ve vzpřímené poloze hlavy, kdy spojnice zevní zvukovod — zevní koutek oční svírá s prostorovou horizontálou úhel 30° otevřený pod horizontálou (poloha hlavy „—135°“), jsou vlásky maximálně



Obr. 83. Velikost, tvar a prostorové směrování kostěného labyrintu le. vého ucha. Zřetelně jsou vidět tři polokruhové kanály na sebe kolmé a část utriku- lu.



Obr. 84. Statokoniová membrána (podle Wersälla, 1972)

Macula utriculi morčete, scanningový elektronogram, zvětšeno 1400-x. Statokonie jsou hustě nakupené vápenné krystaly různého tvaru a velikosti. Statokoniová membrána je tvořena statokoniemi uloženými v gelatinózní hmotě složené z velmi tenkých vláken (40 Å) rozprostřených všemi směry a bohaté na vysokomolekulární proteiny. Do této gelatinózní hmoty jsou zanořeny vlásky vláskových buněk; vlásky nejsou v přímém kontaktu se statokoniemi.

stlačovány. Obě utrikulární makuly pracují shodně. U vláskových buněk sakulá je to složitější, protože jejich (vertikálně orientované) makuly jsou zakřivené a vlásky ční zevně; z toho je zřejmé, že v mnoha polohových a pohybových situacích obě sakulární makuly, pravá a levá, pracují protichůdně.

Toto tvrzení je velmi všeobecné. Ve skutečnosti každá vlásková buňka reaguje na podráždění a vysílá trochu jinak než ostatní.

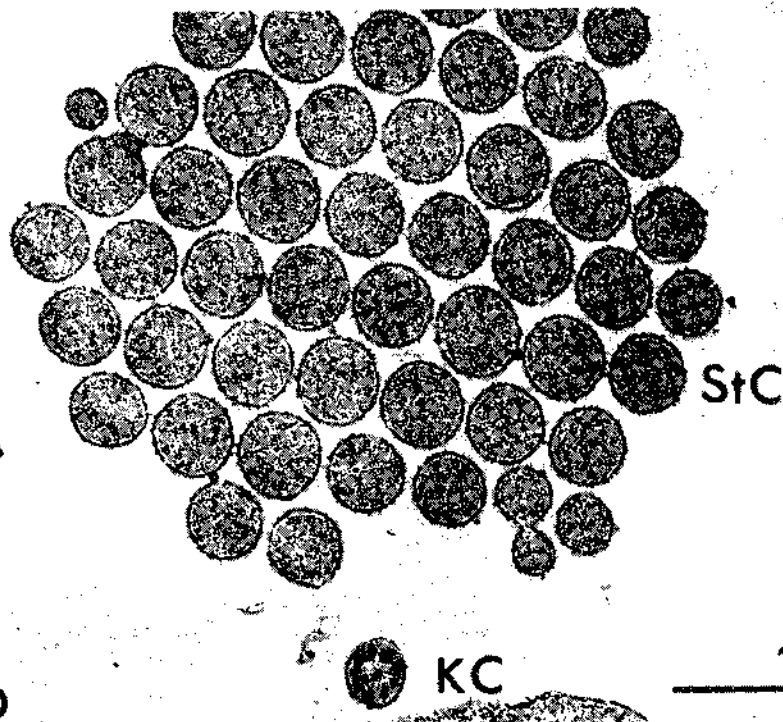
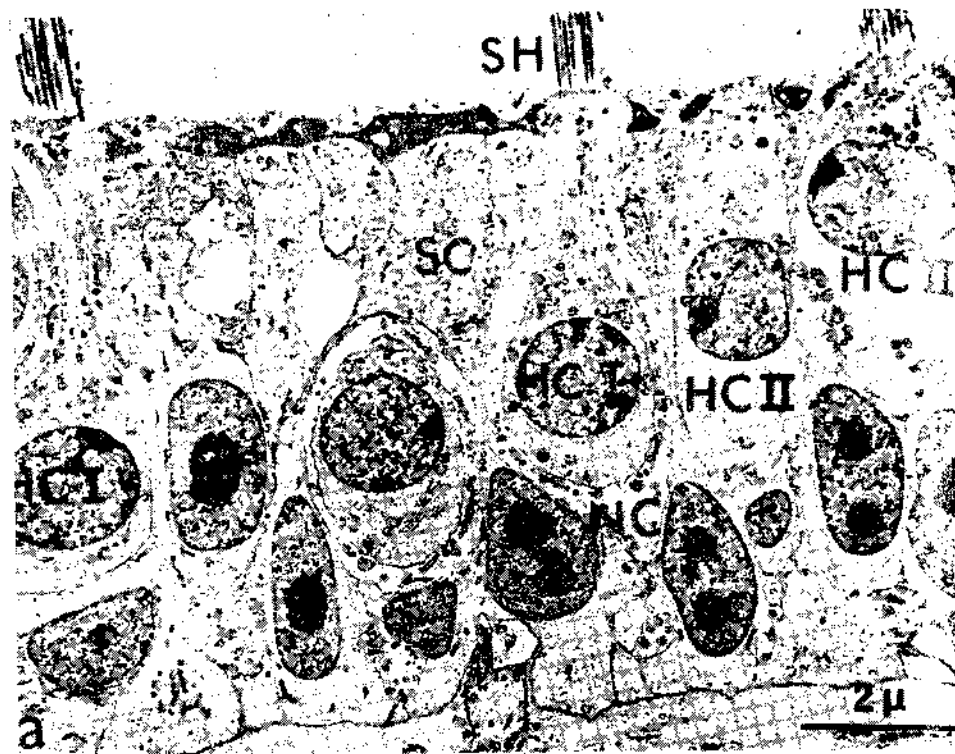
Uspořádání a činnosti vláskových buněk

Na povrchu makuly nebo krusty se senzoričké vláskové buňky nacházejí mezi podpůrnými a sekrečními, které jsou uloženy na pojivové tkáni prostoupené cévami a nervy. Senzoričké buňky jsou dvojího tvaru, typ I a II (Wersäll, 1954, 1956, 1972), každý typ má jinou inervaci, ale funkční rozdíly mezi oběma typy nejsou dostatečně známy (obr. 85a). V každé buňce se dají určit tři zóny:

Z povrchní zóny (zóna kutikulární) vyčnívají vlásky, jejichž pohyb je povrchní zónou zachycován a předáván jako mechanická informace střední zóně (zóna intermedieární), bohaté na mitochondrie a vezikuly, o níž se předpokládá, že je místem vysoké energetické aktivity a místem transformace mechanické informace na biochemickou (Bairati, 1961). Dolní zóna je místem převodu energie biochemické na bioelektrickou, axonální. Nervová zakončení obaťují dno vláskové buňky, v němž u buněk I. typu obrovské synap- kalichovitě uzavírají většinu buněčného povrchu, u druhého typu meší knoflíkovitě

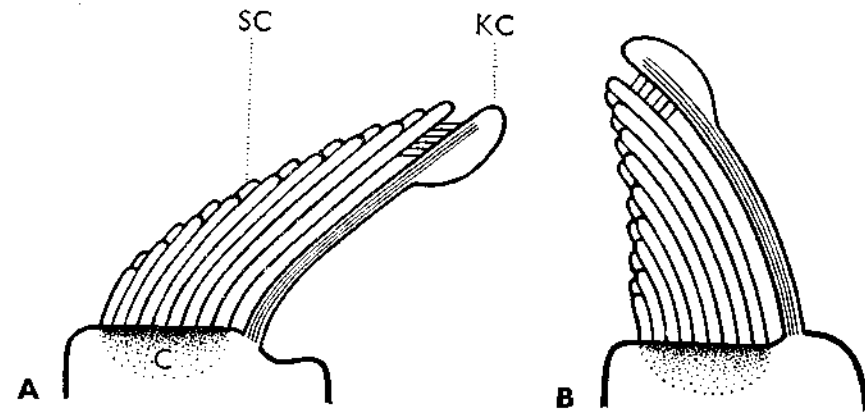
zakončení jsou po buněčném povrchu rozestata (Engström, 1960). I. mají kontakty neuro-neuronální, II. kontakty neuro-celulární, (Engström, 1961). O jejich funkčních rozdílech se zatím můžeme jen domýšlet, a to zejména na základě zjištění, že buňky I. typu jsou umístěny převážně na vrcholech krystalů a ve středech makul a na tzv. *striole*. Snad více zachycují impulsy kinetické a spouštějí tak reakce lokomotorické, zatímco buňky II. typu reagují spíše na impulsy statické, polohové a generují tak reakce polohové (Spoendlin, 1965). Je zřejmé, že podobně jako u jiných receptorů tu jde zejména o míru adaptability a ta nebyla dosud u obou typů definitivně rozlišena.

Základní význam pro činnost obou typů buněk mají *vlásky na povrchu buněk*. Reagují na polohu i pohyb hlavy. Uspořádání vlásků je stejné u ptáků,



Obr. 85. Vlásokvé buňky macula utrículi (podle Wersällá, 1972) a — Macula utrículi morčete v podélném řezu, transmisní elektronogram, zvětšeno 14 000-x. Vlásokvé buňky I. typu (HC I) mají tvar amfory a jsou skoro celé uzavřeny do kalichovitého nervového zakončení (NC). Jeden kalich obaluje 1—4 buňky I. typu. Ze 2—5 kalichů vystupuje jeden primární aferent. Vlásokvé buňky II. typu (HC II) jsou cylindrového tvaru, každá má větší počet nervových zakončení. Horní části vlásokvých buněk jsou součástí tuhé kutikulární membrány, skrze níž vyčnívá ze stropu každé vlásokvé buňky svazek stereocilií (SH) a jedno kinocilium. Mezi buňkami vlásokvými jsou buňky podpůrné a sekreční (SC).

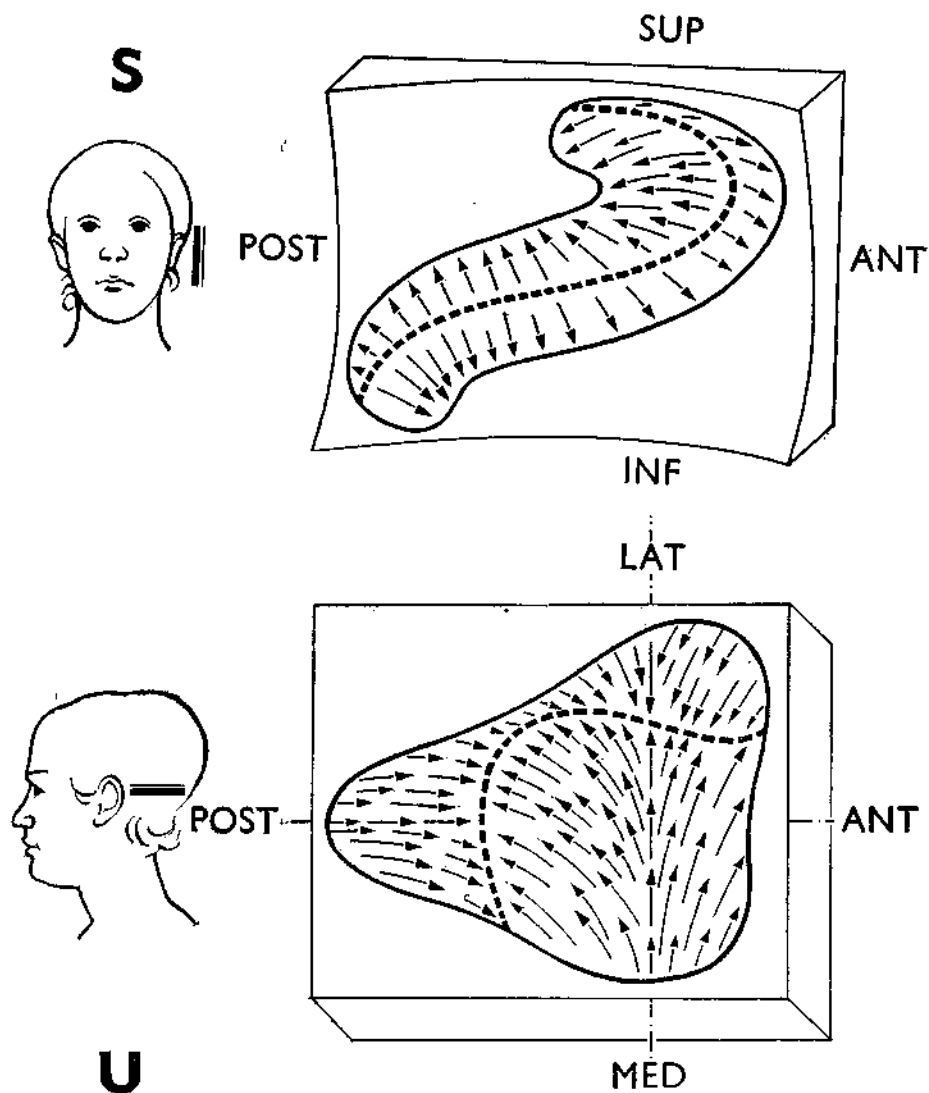
b — Svazek vlásků macula utrículi v příčném řezu těsně nad stropem vlásokvé buňky, transmisní elektronogram, zvětšeno 42 000-x, jedna vlásokvá buňka má 40 až 100 (průměrně 60—70) vlásků. Kromě jednoho jsou všechny stejné, tvořeny axiálními fibrilami, poměrně tuhé, silné kolem 400 Å a přesně plástvovitě uspořádané. To jsou stereocilie (StC). Na okraji svazku stereocilií je jedno vlákno delší, ohebnější, složené z devíti periferních a dvou centrálních tubulárních fibril. To je kinocilium (KC). Ono jediné vychází z měkkého místa buněčného stropu.



Obr. 86. Pohyby vlásků vlásokvé buňky

Kinocilium je na konci opatřeno kyjovitým zduřením a připoutáno jemnými filamenti k okolním nejdelším stereociliím. Když se svazek stereocilií pohne směrem ke kinociliu, základna kinocilia zatlačí měkké místo buněčného stropu dovnitř (A). Když se stereocilie pohnou směrem od kinocilia, nastane obrácená deformace stropu buňky (B).

ryb i savců. Každá buňka jich má asi 70. Na povrchu buňky jsou plástvovitě přesně hexagonálně rozmístěny, jak dokazuje řez těsně nad kutikulární membránou (obr. 85b). Vlázky jsou různě dlouhé (až 4 setiny mm, Dohlman, 1960), stejně silné (asi 400 Å), a všechny vycházejí z tuhé kutikulární membrány na povrchu buňky. Nazývají se *stereocilie*. Všechny, kromě jednoho. Ten vyrůstá z jednoho místa periférie buněčného povrchu z míst, kde má buňka povrch měkký. Tento vlásek je delší než ostatní a ohebnější. Byl nazván *kinocilium*. Na svém povrchu je kinocilium mírně kyjovitě rozšířeno a velmi jemnými filamenti připojeno k sousedním stereociliím. Dislokace vlásků jedné buňky — jejich ohnutí a přitlačení — je vždy stejného směru a stejného stupně. Nikdy se nezamotají, nikdy nesplynou, předpokládá se, že jsou vzájemně oddalovány stejnými elektrickými silami (Dohlman, 1960). Stereocilie přímo neovlivní funkční stav buňky, neboť vystupují z tuhého stropu buňky, jedno po druhém klouže, ale tím, že poutají vrchol pružného kinocilia, přenášejí se jejich pohyb i na ně (tj. na kinocilium). Pohybem stereocilií se báze kinocilia i s měkkou částí buněčného povrchu, z něhož vyrůstá, buď zvedá nebo na-



Obr. 87 Orientace strioly macula sacculi (S) a macula utriculi (U)

Striola je hranice oddělující vláskové buňky s opačným umístěním kinocilií. V sakulu jsou kinocilia na straně buněk, která je striole vzdálenější (šipky), na utrikulu na straně buněk, která je striole blíže (šipky). Levý labyrint.

opak vtláčuje do buňky (obr. 86). Když je síla namířena od stereocilií ke kinociliu, kinocilium se do buňky vtláčuje, když má síla opačný směr, zvedá se (Hillman, 1972). Je zřejmé, že je důležité, v jakém směru je síla namířena vzhledem ke kinociliu. A protože orientace kinocilia ke svazku stereocilií je na jednotlivých vláskových buňkách nepatrně odlišná, vyplývá z této skutečnosti neobyčejná směrová specifita vláskových buněk.

Ještě jedna anatomická skutečnost je příčinou zpřesněného efektu podráž-

ení. I když jsou kinocilia vláskových buněk ve vzájemné mírné úhlové variaci, jsou u všech buněk na obvodu téže strany svazků stereocilií. Na makule utrikulu i sakulu probíhá však přibližně uprostřed hraniční čára (striola) a kinocilia na obvodu stereocilií jsou na obou polovinách makuly umístěna obráceně. Na makule utrikulu směrem ke striole takže vláskové buňky nejbliže ní mají své kinocilia naproti sobě, na makule sakulu směrem od ní (obr. 87).

Úmyslně je zde řeč už jen o vláskové buňce makuly (utrikulu, sakulu). Má k polohovým reflexům těsnější vztah než vlásková buňka krusty (polokruhového kanálu), která citlivě reaguje mnohem méně na polohu hlavy a mnohem více na pohyb hlavy. Přesněji, na zrychlující nebo zpomalující se pohyb, a to ještě na převážně pohyb zakřivený, takže ve fyzikálních pojmech, vlásková buňka polokruhového kanálu reaguje na úhlovou akceleraci a deceleraci ve vlastní rovině.

Klidový potenciál vláskové buňky makuly utrikulu je kolem 100 mV (Trincker, 1959, 1960) a zaručuje, že buňka stále vysílá. Vysílá svým základním kmitočtem, nezávisle na spánku a bdění (vysílá stejně rychle i během zimního spánku). Změny základního kmitočtu jsou plně závislé na deformaci stropu buňky způsobené pohybem kinocilia. Při zvednutí stropu nastává hyperpolarizace, při vtažení stropu depolarizace vláskové buňky (obr. 88). Odpověď vláskové buňky na podráždění není typu „vše nebo nic“. Vznikají gradované změny napětí, jaké jsou speciálně vhodné pro modulaci impulsní frekvence (Dohlman, 1960). Senzorická buňka labyrintu pracuje tedy na principu změny kmitočtu preexistujících výbojů (Löwenstein, 1960, 1961). Sebemenší pohyb vlásků klidovou aktivitu vláskové buňky mění (Ledoux, 1958). Nejnižší hladina aktivity (nižší než základní) je při maximálně stlačeném povrchu buňky, když vlásky naléhají. V případě vláskových buněk makuly utrikulu v klidové poloze hlavy -135° , prakticky ve stoji je to při lehce předkloněné hlavě.

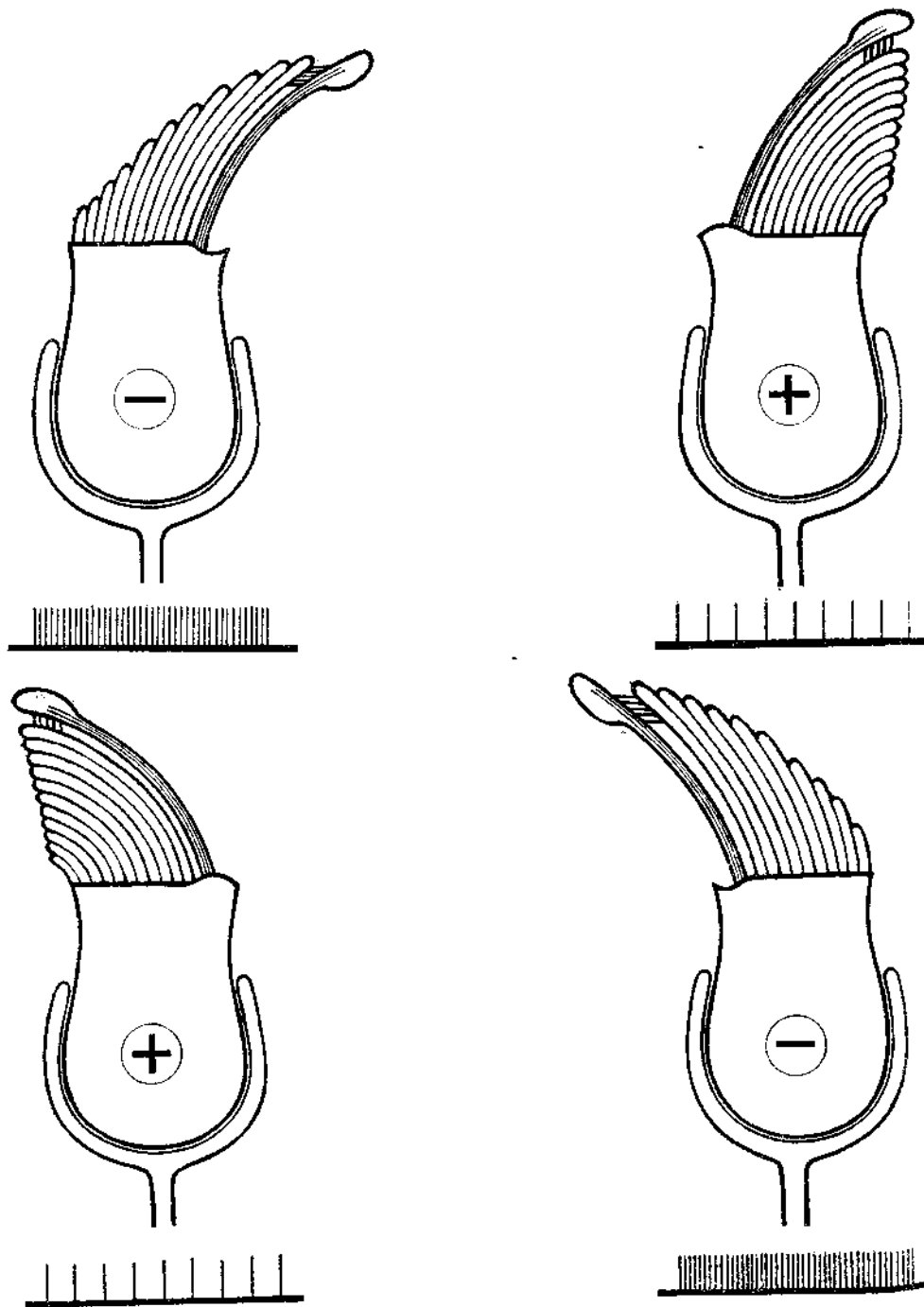
Pro polohové reflexy, závislé na poloze hlavy vzhledem k prostoru, je tedy rozhodující dislokace vlásků zatížených statokoniemi, určená zemskou gravitací. Dalo by se soudit, že ve stavu bez tíže aktivita vláskových buněk klesá k nule.

Takový názor podporovala např. blokáda kalorického nystagmu během stavu bez tíže u parabolického letu (Kellog a Graybiel, 1967, Oostervald a Laarse, 1969). Není tomu tak. Dvě žáby bučivé (*Rana catesbeiana*), u nichž byly zavedeny elektrody k nervovým vláknům vycházejícím z macula utriculi, byly vloženy do 4-stupňové rakety Scout a ze základny NASA na Wallop Island zavedeny na oběžnou dráhu. Prostor, ve kterém byly zabezpečeny jejich životní podmínky, byl vybaven zařízením pro telemetrický přenos dat a zesílené akční potenciály vestibulárního nervu byly snímány 6 stanicemi na Zemi po dobu 6 dní. Všechna měřená vestibulární vlákna vykazovala ve stavu bez tíže vysoce významné změny aktivity (Bracchi a spol., 1975).

Je důležité, že žádná vlásková buňka labyrintu není tak specializovaná, aby kontrolovala výhradně polohu hlavy. Každá reaguje také na pohyb hlavy. Na pohyb, který se zrychluje nebo zpomaluje. Vláskové buňky polokruhových kanálů zejména na pohyb se zrychlením úhlovým, vláskové buňky utrikulu a sakulu zejména na pohyb se zrychlením přímočarým. Teoreticky reaguje každá tím více, čím je směr zrychlení blíže směru spojnice: střed povrchu vláskové buňky — kinocilium.

Z toho vyplývá, že vláskové buňky makuly utrikulu a sakulu, generátory polohových reflexů, jsou neobyčejně citlivá zařízení, která nemají na starosti jen jednoduché polohové reflexy, ale svým neustále aktivním výstupem slouží i složitým pohybovým akcím.

Aby informace vzniklá v labyrintu měla hodnotu pro vznik polohové a pohy-



Obr. 88. Změny polarizace vláskové buňky

Při tlakové deformaci stropu vláskové buňky nastává depolarizace, zvyšuje se její receptorový potenciál a impulsní frekvence vzrůstá. Při tahové deformaci stropu buňky nastává naopak hyperpolarizace a impulsní frekvence se snižuje.

bové reakce, musí být předána mozku, pak míše, vyhodnocena a jako nová informace odevzdána periferním nervům a svalům.

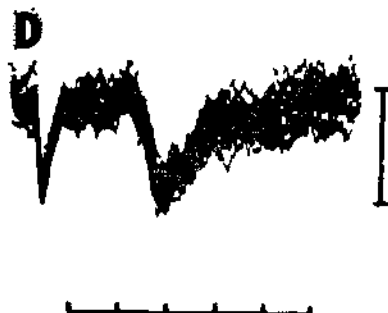
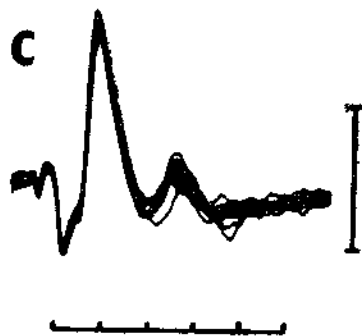
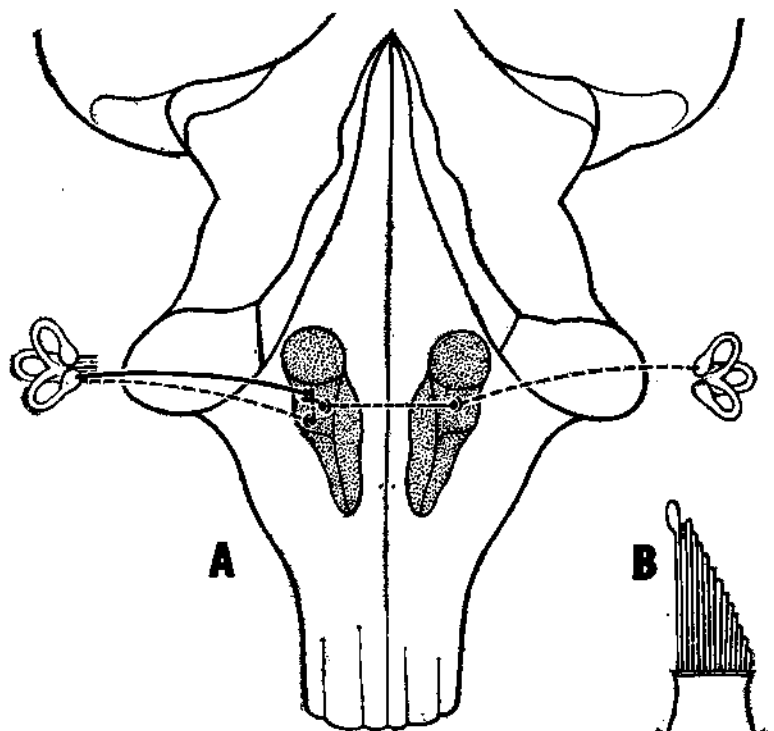
Zpětnovazební labyrintový systém

Hned na začátku je třeba uvést metodickou svízel, která omezuje výzkum vyhodnocení labyrintové informace v c. n. s. už na stupni, kdy prováděujeme výstup informace z vláskové buňky. Týká se ostatně všech receptorů v těle a souvisí s eferentní kontrolou snímače (receptoru), jak ji pro labyrint prokázali Engström, 1958, Dohlman a spol., 1958, Gaček, 1958 a později další. Z jader mozkového kmene vystupují vlákna, která na vláskových buňkách končí (Petroff, 1955, Dohlman a spol., 1958, Carpenter a kol., 1959, Iurato a Taidelli, 1964). Dráždění některých jednotek Deitersova jádra mění základní aktivitu jednotek druhostranného vestibulárního jádra (Shimazu, 1967) a vláken druhostranného vestibulárního nervu. Většinou [ne však vždy] dochází k její inhibici (Shimazu a Precht, 1966). Mezi oběma labyrinty je uzavřený zpětný okruh. Některé jednotky jádra moduluji aktivitu stejnostranného nervu (Sala, 1964). Ještě než byl tento labyrintový eferentní systém (obr. 89) definitivně určen, varoval Groen (1961), že bude-li jeho existence prokázána, nelze uvažovat o eferentním systému v pojmech konstantních koeficientů, protože ty samy závisí na eferentní kontrole, která naopak zase prvotně závisí na předchozí odpovědi na podráždění. To je důvodem pro požadavek O. Löwensteina (1970, 1972, 1975), aby kvantitativní prověrka labyrintových senzorů byla založena na záznamech z nervových drah po předchozím vyloučení eferentních nastavovacích mechanismů, tj. v tzv. otevřené [open-loop] situaci. Takový experimentální postup může osvětlit některé činnosti labyrintu, které jsou jinak zpětně měněny centrálními strukturami mozku.

Paměťová operační jednotka — vestibulární jádra

Nervová zakončení u dna vláskových buněk jsou terminálami periferních větví bipolárních buněk tvořících vestibulární ganglion (obr. 90 A). Centrální větve tvoří vestibulární nerv („primární eferenty“). Vláken vestibulárního nervu je přibližně o jeden řad méně než vláskových buněk. Z toho vyplývá nutnost konvergence vzruchů. Bylo to i anatomicky potvrzeno nálezem, že jedno kalichové nervové zakončení obaluje několik vláskových buněk I. typu (Wersäll, 1961) (obr. 90 B). Centrální konce primárních aferentů jsou na buňkách stejnostranných vestibulárních jader v dolním mozkovém kmeni. Na 1 neuron nc. Deiters konverguje až 25 primárních labyrintových aferentů (Ito, 1969). V každém z hlavních vestibulárních jader jsou však oblasti, jejichž neurony nedostávají žádná vlákna z labyrintu, z čehož vyplývá, že vestibulární jádra nejsou podřízena výhradně labyrintu (Brodal, 1972). Jádra tvoří komplex, který je z větší části somatotopicky organizován. Primární aferenty pro kontrolu hybnosti očí končí převážně v mediálním a horním jádru. Těmi se zabývat nebudeme. Primární aferenty pro kontrolu hybnosti šije, trupu a končetin končí převážně v laterálním jádru.

Laterální (Deitersovo) jádro má dva hlavní oddíly: rostroventrální a dorzokaudální (obr. 91). Primární aferenty z makuly utrikulu a sakulu monosynapticky končí výhradně v rostroventrální části. Dorzokaudální část Deitersova jádra nedostává labyrintovou projekci. U jejich neuronů končí vzestupná vlákna



Obr. 89. Zpětnovazební labyrintový systém

A. Zjednodušený model. Z labyrintu (na obrázku vlevo) vystupující primární aferenty (plná čára) končí ve vestibulárních jádrech. Přeš interneurony mají spojení jednak s eferentem, který se vrací do stejnostranného labyrintu, jednak s interkomisurálním neuronem, který vysílá axon do druhostranných jader (na obrázku vpravo). Zde je připojení na eferentní neuron s axonem pro druhostranný labyrint. Celý eferentní systém značen čárkovaně.

B. Presynaptické zapojení eferentu na vláskové buňce. Zakončení eferentu (EF) je buď přímo na kalichu vláskové buňky, nebo na nemyelinizovaném úseku primárního aferentu (AF, případ na obrázku).

C. Potenciál pole ve vestibulárním jádru vzbuzený drážděním stejnostranných primárních aferentů. Hlavní potenciál je elektricky negativní (excitační).

D. Potenciál pole ve vestibulárním jádru vzbuzený drážděním druhostranných primárních aferentů. Hlavní potenciál má nižší amplitudu a je elektricky pozitivní (inhibiční).

C, D podle Prechta a spol., 1965 a, b. Decerebrovaná kočka. Kalibrace C = 0,5 mV, D = 0,1 mV, čas = 1 msec.

některých míšních drah. V somatotopickém uspořádání Deitersova jádra nebylo zatím řečeno poslední slovo a některá měření jsou značně odlišná.

Podobně jako vláskové buňky, také vestibulární jádrové buňky (vestibulární neurony, nebo podle nových názorů v analogii k míšním funkcím, vestibulární jednotky) mají stálou základní aktivitu. Ne však všechny. Některé jsou elektricky němé a nitrobuněční mikroelektroda v nich zachytí výboje až tehdy, když se hlava pohne. Přesněji řečeno, když na vláskové buňky labyrintu působí pohybové zrychlení. Nazývají se proto *kinetické* a mají řadu vlastností, kterými se podobají míšním fázickým motoneuronům. Jsou například velmi odolné k účinku farmak. Reagují velmi pohotově na podráždění, krátká latence jejich odpovědi ukazuje na monosynaptický přenos informace. Reagují specifičtěji, výlučně jen na pohyb v určité rovině a určitým směrem. Z hlediska kontroly pohybu, například startovních reflexů, jsou velmi zajímavé, ale z hlediska polohových reflexů je zajímavější druhá skupina neuronů. Ty mají stálou, nepravidelně kolísající aktivitu. Reagují 5krát až 8krát pomaleji než kinetické. Už při použití malých dávek barbituranů přestávají reagovat úplně. Těmito vlastnostmi se podobají míšním tonickým motoneuronům. Také se nazývají *tonické* (tonické vestibulární). Podráždění z labyrintu k nim vniká polysynaptickou drahou, nejspíše přes internuncální neurony (Precht a Shimazu, 1965, Shimazu a Precht, 1965). Nejsou tak specificky činné jako kinetické, mění kmitočet své aktivity sice pomaleji, ale zato snadno, při pohybu i při pomalých změnách polohy v různých rovinách a v různých směrech. Souvisí to s tím, že na každém tonickém neuronu končí několik primárních aferentů, a to nikoliv z jednoho místa labyrintu, nýbrž z různých míst. *Tonické vestibulární neurony vykazují tedy vysoký stupeň labyrintové konvergence* (Markham a Curthoys, 1972). Z hlediska teorie polohových mechanismů je to důležité. Podle reaktivity k různým polohovým a pohybovým podnětům byla provedena typizace vestibulárních neuronů (technikou nitrobuněčního snímání, Gernandt a Thulin, 1952, Eckel, 1954, Duensing a Schaeffer, 1958).

Spínovestibulární vstup

Nejen pohyb a poloha hlavy v prostoru, ale také poloha, pohyb trupu a končetin a dokonce i dotek na různých místech těla aktivuje vestibulární neurony (obr. 90, C, D). Do vestibulárních jader vstupují signály míšní. Jsou jednak „nespecifické“, pomalu vedené přes bulbární retikulární formaci, jednak místně

specifické, somatotopicky organizované. Do dorzoventrální části laterálního (Deitersova) jádra vstupují vedle primárních aferentů z labyrintu aferenty ze šije a z horních končetin. Do dorzokaudální části Deitersova jádra přicházejí signály z dolní části trupu a z dolních končetin. Počet neuronů druhé skupiny značně převažuje. Jen malá část spinovestibulárních aferentů vysílá do Deitersova jádra. Podle Fredricksona a Schwarze, 1976, jen asi 12 %. Většina neuronů citlivá na podněty z pohybového aparátu byla nalezena v mediálním a sestupném vestibulárním jádru. Skoro polovina reagovala na pohyby šije a na změny postavení hlavy vzhledem k trupu. *Velká část šijové signalizace je vyhodnocována ve vestibulárních jádrech* (Pompeiano, 1972). Míšní vzruchy vstupují do vestibulárních jader vlákny *tr. spinovestibularis*, který je uložen v blízkosti *tr. spinocerebellaris dorsalis*. Vzruchy jsou vyvolány *podněty z kloubních receptorů*, nikoliv z receptorů svalových (Pompeiano, 1972). V tom smyslu je třeba naše původní znalosti opravit a doplnit. Svalová vřeténka nemají na činnost vestibulárních (ani retikulárních) jednotek prakticky žádný vliv. Vzruchy z obratlových kloubů, hlavně krčních, a z končetinových kloubů, se v jednotlivých laterálního a mediálního vestibulárního jádra setkávají se vzruchy z labyrintu. Tím jsou dány podklady pro vypracování rychlých reflexních pohybů i pro vyhodnocení vzájemného vztahu polohy v prostoru a postavení jednotlivých kloubů.

Kromě proprioceptivního vstupu byl prokázán i vstup kožních podráždění do jednotek laterálního vestibulárního jádra (Pompeiano a Cotti, 1959).

Vestibulospinální výstup

Kontrola hybnosti vestibulárním systémem se děje výhradně přes jádra. Z celého komplexu vestibulárních jader je to laterální Deitersovo, které má daleko největší podíl na vzniku vestibulospinálních projekcí. Axony neuronů Deitersova jádra formují v míše nepřesně ohraničený *tractus vestibulospinalis lateralis*. Je umístěn ve ventrolaterálním provazci. Všechna jeho vlákna sestávají výhradně stejnostranně, na žádné úrovni se nekříží. Axony jednotek dorzokaudálního oddílu sestupují až do lumbosakrální míchy (Akaike a spol., 1974).

Obr. 90. Vestibulární konvergence

A. Konvergence vzruchů na úrovni jednotky Deitersova jádra (NC VEST). Modelové zjednodušení. Primární aferenty tvořené výběžky bipolárních buněk vestibulárního ganglia (GNG VEST) se sbírají z utrikulu (U), sakulu (S) a z polokruhových kanálků (SC POST, SC HOR, SC ANT). Dále vstupují na jadernou jednotku vzruchy z retikulární formace tegmenta pontis (NC RET), z druhostranných vestibulárních jader (NC VEST CONTRA), z mozečku (CEREBELLUM) a z míchy (MED SPIN).

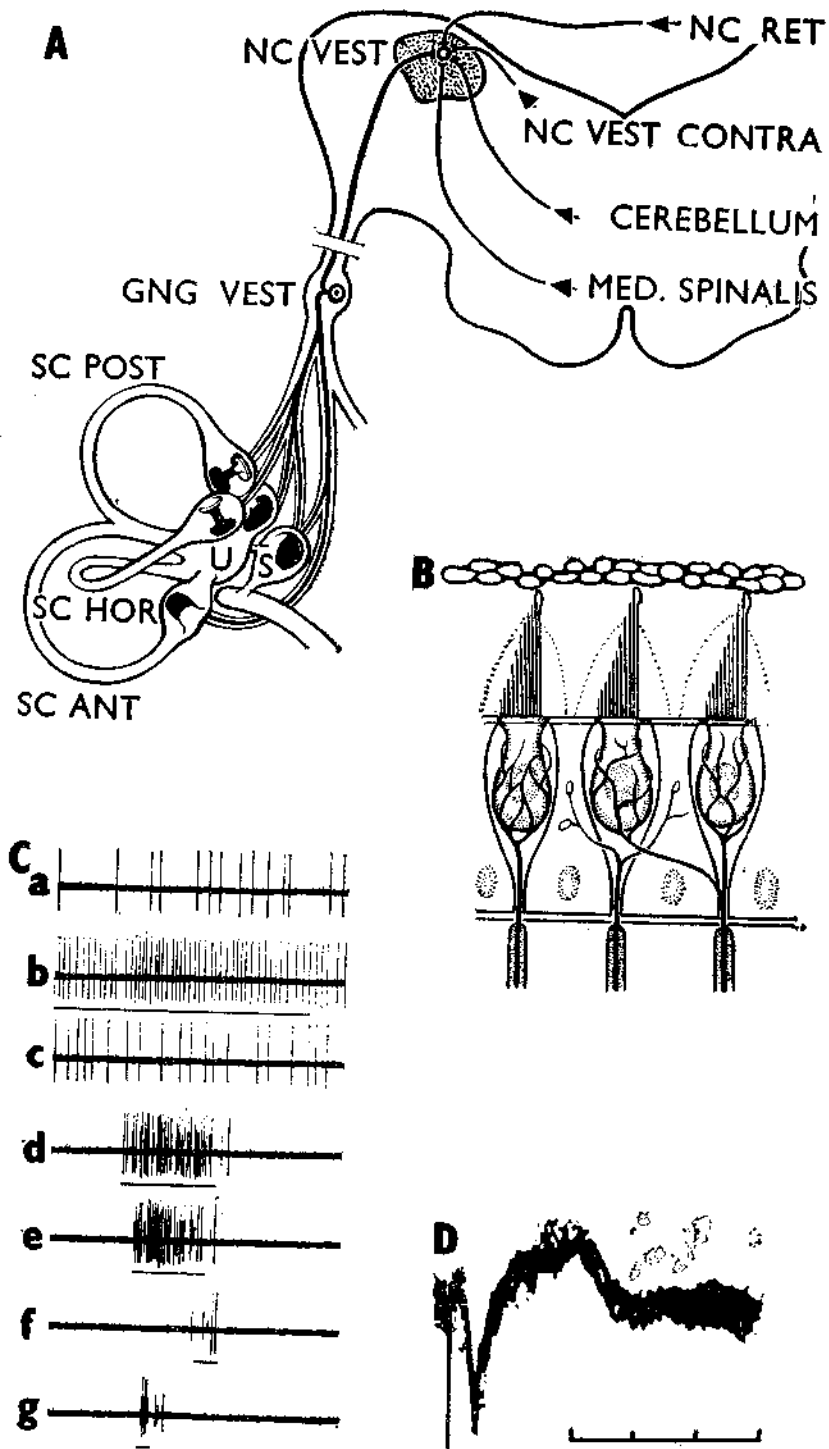
B. Konvergence vzruchů na úrovni receptoru. Jeden primární aferent sbírá receptorové potenciály z několika vláskových buněk.

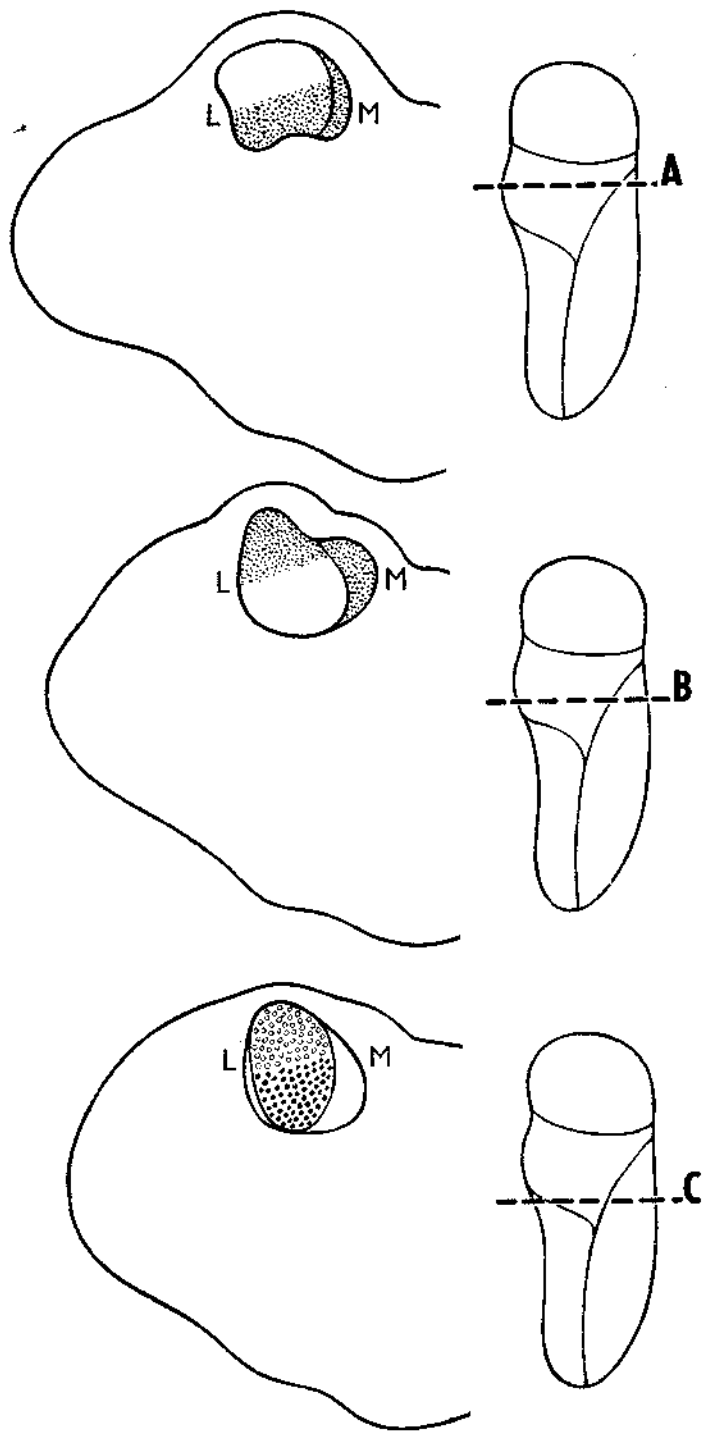
C. Vliv různých druhů labyrintového a somatosenzorického dráždění na jednotkovou aktivitu Deitersova jádra. Decerebrovaná kočka. Podle Pompeiano a Cotti, 1959.

- a — základní aktivita neuronu,
- b — zvýšení při stimulaci stejnostranného labyrintu,
- c — návrat k základní aktivitě po přerušení stimulace,
- d — poklep na stejnostrannou přední končetinu,
- e — poklep na druhostrannou přední končetinu,
- f — smačknutí ocasu,
- g — poklep na čumák.

D. Vliv druhostranného labyrintového podráždění na potenciál pole vestibulárního jádra. Decerebrovaná kočka. Podle Shimazu a Precht, 1966.

Iniciální výchylka je stimulační artefakt. Amplituda pozitivní výchylky (směrem dole) je 0.1 mV. Čas 5 msec.





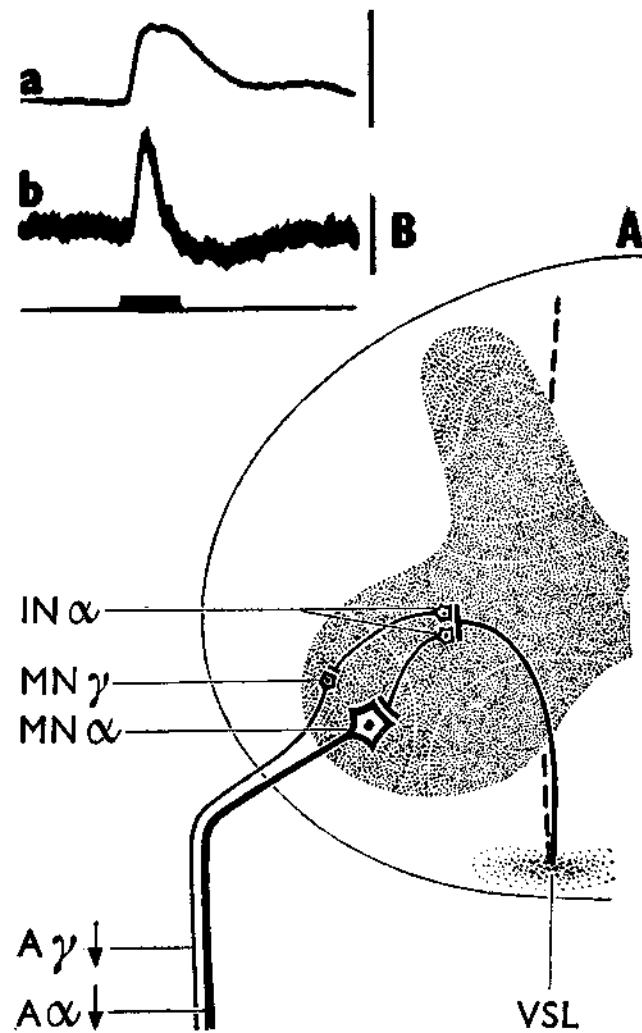
Obr. 91. Lokalizace labyrintového a míšního vstupu a výstupu ve vestibulárních jádrech. Frontální řezy mozkovým kmenem ve výši rostrálního (A) a kaudálního (B, C) oddílu Deitersova jádra. Schematicky podle Walberga, 1972

A — Místa zakončení primárních aferentů z makul labyrinthu a spinovestibulárních vláken z krčních a hrudních oddílů míchy (aference ze šije a horních končetin) jsou společná: rostralní část laterálního a přilehlá část mediálního jádra.

B — Místa zakončení spinovestibulárních vláken z lumbosakrální míchy (aference z dolních končetin) jsou naopak v dorzokaudální části laterálního jádra.

C — Místa vzniku vestibulospinální projekce neodpovídají místům příslušných spinovestibulárních zakončení. Vláknitá tr. vestibulospinalis lat. projikující do krčních a hrudních segmentů míchy nají dorzálně (o), projikující do lumbosakrálních segmentů začínají ventrálně (•).

Somatotopická organizace vestibulospinální projekce je dobře prokazatelná. Je stejná u králíka, kočky, opice i člověka (Sadjadpour a Brodal, 1968). Kalibr vláken je pestrý, rychlost vedení kolísá mezi 24 až 140 m/sec. Vlákná se dají stopovat do Rexedovy zóny VII a VIII. Z toho se soudí, že nekonečí přímo na tělech motoneuronů, které jsou umístěny výhradně v zóně IX. Předpokládá se tedy, že mezi jejich zakončením a motoneuronem je vmezeřený interneuron a tomu odpovídají i disynaptické a polysynaptické odpovědi zaznamenané v motoneuronech při dráždění primárních vestibulárních aferentů (obr. 92). Ale protože byly zaznamenány také četné monosynaptické odpovědi (Šapovalov a spol., 1966), soudí se, že některé motoneurony zóny IX mají tak dlouhé dendrity, že sahají až do zóny VIII a VII, tedy až k zakončení neuritů laterální vestibulospinální dráhy. Motoneurony, které odpovídají na vestibulární



Obr. 92. Přepojení vestibulospinální dráhy na motoneurony

A. Modelové zjednodušení. Tr. vestibulospinalis lat. (VSL) je umístěn v předních provazcích míšních. Jeho axony končí na interneuronech v VII. a VIII. Rexedově zóně. Jejich prostřednictvím se děje přenos vestibulární informace jak na velké motoneurony α ($MN\alpha$), tak na malé motoneurony γ ($MN\gamma$) — „alpha-gamma linkage“.

B. Spinální odpovědi na vestibulární dráždění (podle Cooka a spol., 1968, Decerebrovaná kočka).

Opakovaná stimulace vestibulárního nervu vzbuzuje kontrakci extrahuzárních vláken m. soleus (horní stopa). Po přetnutí předních kořenů, kdy zaniká výstup do svalů, je možno sejmout potenciál zrdního kořene (dolní stopa). Kalibrace 0,1 mV.

dráždění patří převážně končetinovým extenzorům. Při stimulaci dorzokaudálního oddílu Deitersova jádra odpovídají především motoneurony stejnostranných extenzorů kolena (m. quadriceps femoris) a kotníků (m. gastrosoleus).

Odpovídají jednak alfa motoneurony, jednak statické gamamotoneurony (obr. 92). Zjistilo se to tak, že při dráždění labyrintu (Grillner, 1969) nebo vestibulárního nervu (Gernandt, 1967) bylo prokázáno zrychlení výbojů fuzimotorních vláken inervujících svalová vřeténka. Při dráždění Deitersova jádra se zvyšuje dráždivost extenzorových alfa i gamamotoneuronů (Gernandt, 1967; Gernandt a Gilman, 1959; Gernandt a spol., 1959), stoupá aktivita svalových vřetének stejnostranných extenzorů (Granit a Kaada, 1952), zvyšuje se amplituda natahovacích reflexů (Benson, 1959) a decerebrační rigidita stejnostranných končetin (Cook a spol., 1968). Při dráždění labyrintu se nemění amplituda H — reflexu (Wigand a Struppier, 1962) nebo se zvyšuje jen velmi málo; vibrační inhibice H — reflexu není ovlivněna vůbec (Delwaide a Juprelle, 1977). Všechny zkušenosti napovídají tomu, že Deitersovo jádro organizuje svůj kontrolní vliv na kosterní svaly současným působením na alfa i gama (statické gama) extenzorové motoneurony (alpha-gamma linkage, Pompeiano, 1972). Poškození lokalizované na Deitersovo jádro snižuje tonus stejnostranných kosterních svalů, zejména extenzorů, natahovací reflex (obr. 93) a tím i stejnostrannou decerebrační rigiditu proto, že nastane snížení výbojů statických gamamotoneuronů (Pompeiano a spol., 1967; Barnes a Pompeiano, 1970).

Kromě páru tr. vestibulospinales laterales vystupuje z komplexu vestibulárních jader ještě jeden pár drah, tr. vestibulospinales mediales. Ty mají jiné anatomické uspořádání a jiný způsob činnosti. Vystupují ze středního vestibulárního jádra (nc. vestibularis medialis), částečně se kříží, zásobují tedy motoneurony obou stran, končí ve výši krční intumescence; dosavadní znalosti ukazují na to, že tento svazek je tvořen sestupnými rameny dichotomicky dělených neuritů, přičemž vzestupné rameno míří do pontu a tvoří faciculus longitudinalis medialis, tj. druhý neuron elementárního reflexního vestibulookulárního oblouku. O tr. vestibulospinalis medialis se soudí, že má význam pro asymetrické šijové reflexy u decerebrovaných zvířat, protože jeho axony mají na některé krční motoneurony exocitační, a na jiné inhibiční vliv.

Cerebellovestibulární systém

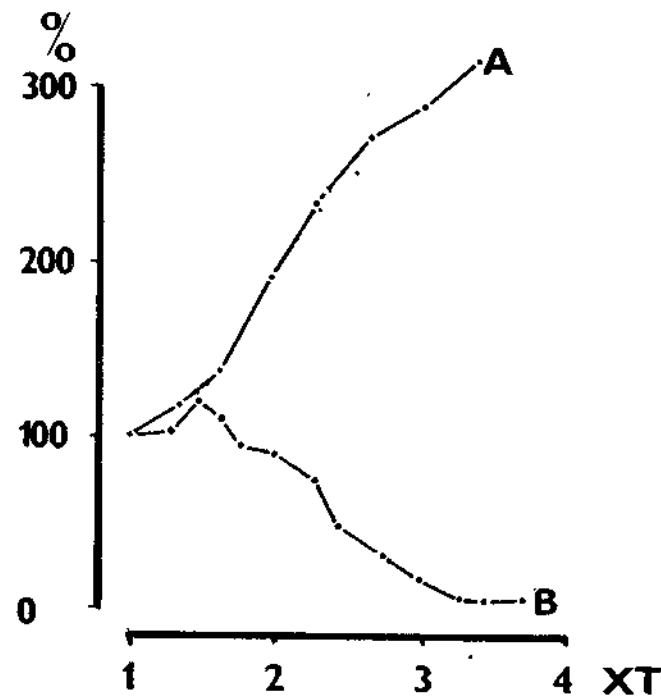
Namísto obvyklého „systém vestibulocerebelární“ je volen opačný název, protože projekce z mozečku do vestibulárních jader početně značně převažují.

Méně početné spoje z vestibulárního aparátu do mozečku jsou dvojího druhu. Jedny jsou tvořeny primárními labyrintovými aferenty, většinou z polokruhových kanálů, druhé sekundárními vestibulárními vlákny. Oblasti mediálního a sestupného jádra, odkud tyto sekundární vestibulocerebelární spoje vystupují, nedostávají žádné primární aferenty z labyrintu, ale jen projekce spinální (Brodal a Angaut, 1961). Všechna vlákna končí ve vývojově nejstarších částech mozečkového vermis (nodulus, uvula) a mozečkových hemisfér (paraflocculus, Gaček, 1969). Funkční význam těchto početných spojů není dostatečně objasněn. U člověka asi není podstatný.

Početnější spoje z mozečku do vestibulárního systému jsou nejméně třího druhu. Všechny mají význam jako inhibitory vestibulárních jednotek.

a) Vlákna z nodulu, uvuly a flocculu (obr. 94 B).

Aktivita nodulu je udržována aferenty z míšních segmentů C2, C3 (Maeda



Obr. 93. Ovlivnění natahovacího reflexu vestibulárním drážděním (podle Barnes a Pompeiano, 1970). Decerebrovaná kočka

A — Facilitace natahovacího reflexu m. soleus podmíněná drážděním stejnostranných primárních aferentů vestibulárního nervu.

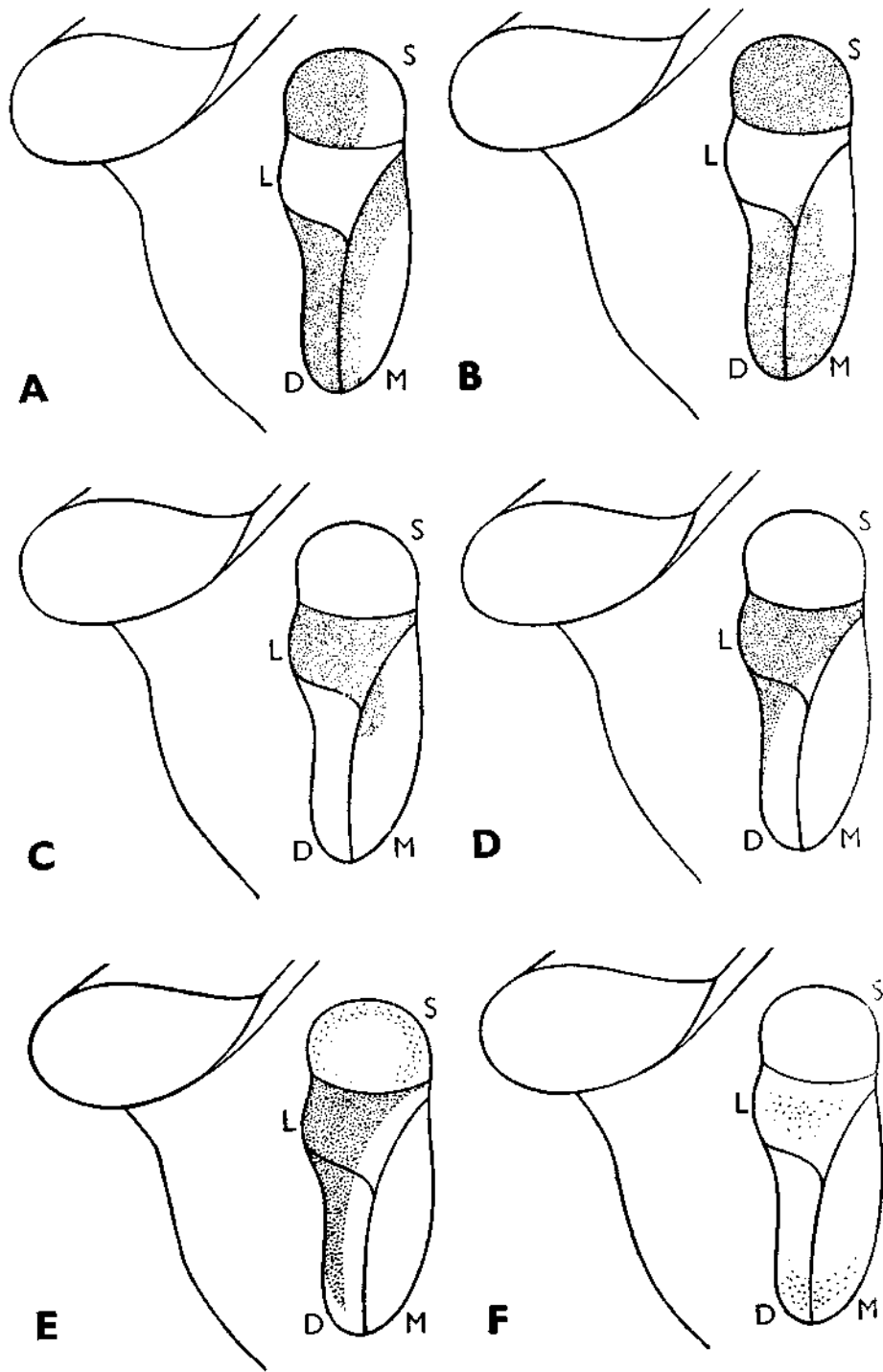
B — Inhibice natahovacího reflexu po lézi dorzokaudální části stejnostranného Deitersova jádra.

V diagramu amplitudy natahovacích reflexů v %. Testovací podnět pro natahovací reflex: pravoúhly impuls na n.gastrosoleus, čtyřnásobek prahové hodnoty. Podmínující podnět pro facilitaci natahovacího reflexu: repetitivní dráždění vestibulárního nervu 312/sec, 0,2 msec, v různých násobcích prahu (xT).

Shii, 1978], aktivita flocculu optickými podněty [Ito, 1975]. Tyto aferenty vstupují do mozečku špihovitými vlákny. Kromě toho jsou uvula, nodulus a flocculus zásobeny primárními labyrintovými aferenty, které vstupují jako mechové vlákna. Nodulus, uvula i flocculus projikují do všech stejnostranných vestibulárních jader vyjma Deitersova (Walberg, 1972). Oblasti jader, které dostávají vlákna z flocculu, jsou také zásobeny primárními labyrintovými aferenty. Jaderné oblasti, kde končí vlákna z nodulu a uvuly, jsou také zásobeny z druhostranného nc. fastigii.

b) Vlákna z nc. fast. gi. (obr. 94 E).

Aktivita mozečkového jádra nc. fastigii je udržována spoji z vermis. Nc. fasti-



obr. 94. Lokalizace mozečkového, labyrintového a míšního vstupu ve vestibulárních jádrech. Horizontální řezy mozkovým kmenem

S — Horní vestibulární jádro, L — laterální (Deitersovo) vestibulární jádro, M — mediální jádro, D — sestupné jádro.

A — Místa zakončení primárních aferentů z polokruhových kanálů labyrintu (podle teina a Carpentera, 1967). B — přibližně v těch samých místech zakončení z nodulu, uvuly a floculu mozečku (podle Angauta a Brodala, 1967). Není zapojeno Deitersovo jádro.

C — Místa zakončení primárních aferentů z macula utriculi a sacculi (podle Gaska, 1969). D — přibližně v těch samých místech zakončení z předního laloku mozečku (podle Walberga a Jansena, 1961). Deitersovo jádro je zapojeno.

E — Místa zakončení projekce z nc.fastigií mozečku (podle Walberga, 1967). F — Místa zakončení spinovestibulární dráhy (podle Pompeiano a Brodala, 1957). Deitersovo jádro je zapojeno.

Projekce do vestibulárních jader stejně i druhé strany. Hlavně do laterálního a sestupného jádra. Projekce jsou přísně somatotopické. Okrsek pro horní končetinu ve vermís je spojen s okrskem pro horní končetinu v nc. fastigií a ten zase s okrskem pro horní končetinu v nc. Deiters. Podobně okrsek pro dolní končetinu (Brodal a spol., 1962, Brodal, 1967).

Dále vysílá nc. fastigií vlákna do bulboretikulární formace a tudy do míchy (projekce fastigioretikulární a retikulospinální). Jsou difúzní, somatotopicky neorganizované, nejsou odpovědné za lokalizované odpovědi (Torvik a Brodal, 1957).

c) Vlákna z předního laloku mozečku (obr. 94 D).

Činnost lobus anterior (vermis) je zajišťována především spinálními aferenty. Projekce je jen ipsilaterální, do laterálního a sestupného jádra. Okrsek pro horní končetinu v předním laloku mozečku dostává vlákna z krční míchy a odevádá vlákna do okrsku pro horní končetinu v Deitersově jádře. Analogicky okrsek pro dolní končetinu.

Podle informací různých autorů lze sestavit přehled, z něhož vyplývá, že cerebellovestibulární projekce jsou organizovány dvojím odlišným způsobem (obr. 94).

1. Somatotopicky neorganizované(?). Z nodulu, uvuly a floculu do všech jader vyjma Deitersova. Přibližně do těch jaderných oblastí, které dostávají primární labyrintové aferenty z polokruhových kanálů (obr. 94 A). Jako generátory inhibice se na předním místě uvádějí vizuální aference a horní krční mícha. Inhibují vestibulookulomotorické reflexy.

2. Převážně somatotopicky organizované. Z nc. fastigií a z předního laloku mozečku, menší počet vláken také přímo z míchy. Především do nc. Deiters a do sestupného jádra, přibližně do těch jaderných oblastí, které dostávají primární labyrintové aferenty z makulu utriculu a sakulu (obr. 94 C). Největší inhibiční význam má přední lalok mozečku, resp. jeho Purkyňovy buňky. Jsou svými axony v přímém kontaktu s neurony vestibulospinálních vláken (Mugnaini, Walberg, 1967). Inhibiční funkce Purkyňových buněk se uplatňuje sekrecí transmitéru GABA (Ito a spol., 1970). Jako generátory inhibice fungují míšní aferenty. Výsledkem je inhibice vestibulospinálních reflexů (Ito a Yoshida, 1966) a natahovacích reflexů (Cangiano a spol., 1969, Cook a spol., 1969).

Kromě tlumivé funkce vykonává mozeček činnost koordinační. U mesencefa-

lické kočky, která je schopna chodit, moduluje 67 % vestibulospinálních neuronů svojí aktivitu fázičky s hybným cyklem chůze nebo běhu (Orlovski, 1972). Modulace kompletně ustává po resekcii mozečku.

Vztah vestibulárního systému k probouzecímu

Aktivace vestibulárních jaderných jednotek je neobyčejně závislá na stavu vědomí. Některé jednotky zvýší činnost při jakémkoliv podnětu polohovým, pohybovým, dotykovým, ale také při silnějším zvuku; má se za to, že tyto jednotky jsou součástí probouzecího systému (Duensig a Schaeffer, 1958). Pro tento názor svědčí nové poznatky o systému vestibulookulárním i vestibulospinálním. Mezi vestibulárními jádry a probouzecím systémem retikulární formace (zvláště *nc. reticularis tegmenti pontis*) jsou anatomické i funkční spoje (Brodal a Brodal, 1971, Brodal, 1972, Walberg, 1972).

Ve spánku se snižuje amplituda natahovacích reflexů. U zvířat, u kterých byla oboustranně cíleně poškozena mediální vestibulární jádra, k tomuto snížení nedochází a natahovací reflex je i ve spánku dobře výbavný. Když jsou mediální a sestupná vestibulární jádra z větší části zničena, změní se celá organizace spánku. Zaniknou rychlé pohyby očí a také všechny hybné projevy spojené s REM fází spánku, například záškuby svalů obličejů i končetin. Prodlouží se latence monosynaptické odpovědi přejímané ve vestibulárních jádrech (Lenzi a Pompeiano, 1970). Z těchto nálezů se vyvozuje, že projevy desynchronizovaného spánku jsou závislé na činnosti mediálního vestibulárního jádra, že generátorem této činnosti je retikulární formace pontu, která je ve fázi REM rovněž zvýšeně aktivní (Pompeiano a Morrison, 1965). Vyvozuje se dále, že výsledkem této normální a ve fázi REM zvýšené činnosti mediálního vestibulárního jádra je také zvýšená presynaptická inhibice natahovacích reflexů, která vede ke snížení jejich amplitudy. To vše vede k závěru, že na úrovni vestibulárních neuronů druhého řádu, tedy za vestibulárními jádry, nastává postsynaptická interakce ortodromních labyrintových signálů ze základní aktivity vláskových buněk s extralabyrintovými, například retikulárními (Bizzi a spol., 1968). To značně mění klasickou představu, že vestibulární jádra představují pouze relé. Jak drahami vzestupnými (k oko-hybným jádrům), tak sestupnými (k míšním motoneuronům) kontrolují mediální vestibulární jádra v bdění i ve spánku senzorický přenos. Je pravděpodobné, že podobně kontrolují i aktivitu snovou (Lenzi a spol., 1968, Lenzi a Pompeiano, 1970). Takovými a jinými fyziologickými nálezy byl doložen původní Brodalův anatomický poznatek, že ve vestibulárních jádrech jsou místa, v nichž jednotky nedostávají žádné primární aferenty z labyrintu a tedy, že vestibulární jádra nejsou totálně podřízena rovnovážným receptorům.

VLASTNÍ POZOROVÁNÍ

Hlavní otázka

Jaký je význam polohy hlavy v prostoru pro množství a rozdělení aktivit v extenzorových a flexorových svalectech dospělého člověka?

Předpoklady

Vhodnými objekty pro pozorování jsou:

a) nemocní s poruchou hybnosti spastického typu (α , γ , nebo smíšeného). K snížené autogenní míšní inhibici zvyšuje pohotovost k mimovolním motorickým akcím;

b) vhodnou technikou pro výzkum tohoto druhu je *elektromyografie*. Při volbě EMG metody byl zamítnut volní pohyb, neboť ten je závislý na spolupráci nemocného, odpověď M, neurogram a somatosenzorická evokovaná odpověď (SSEP), neboť ty jsou nezávislé na polohových podmínkách, H-reflex neboť zóna jeho výbavnosti je omezena na n. tibialis a m. gastrosoleus. Z fyziologických důvodů byly zamítnuty natahovací reflexy, neboť zatím nebylo

možné zařízení, které by umožňovalo stejnoměrné dávkování podnětu v různých polohách těla. Byla zvolena *metoda záznamu klidové aktivity hypertonických svalů*, která může být hodnocena jako míra pohotovosti k pohybu. Klidová aktivita, pokud je v hypertonických svalectech nepřítomna, může být *facilitována Valsalvovým manévrem*. Tomuto manévru byla dána přednost před Jendrassikovým, neboť nezaměstnává ruce vyšetřované osoby;

c) vhodným závislým činitelem jsou *změny polohy celého těla v sagitální rovině*, neboť mají za následek nejvýznamnější změny polohy macula utriculi v prostoru.

Sestava

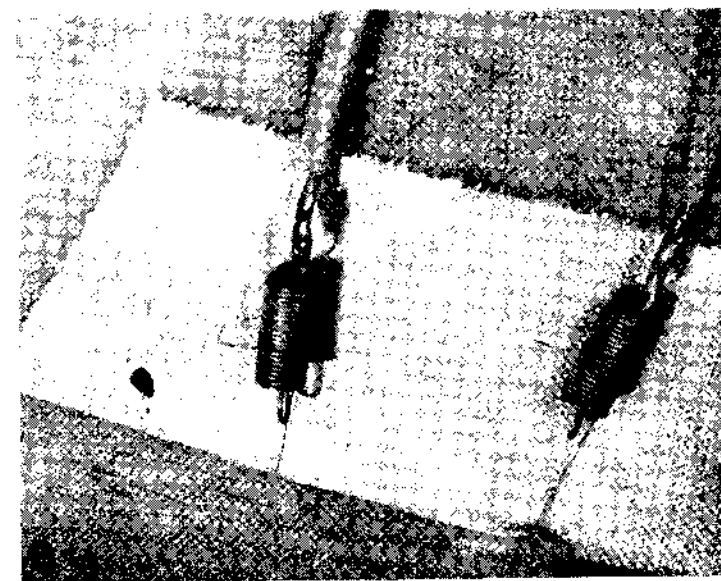
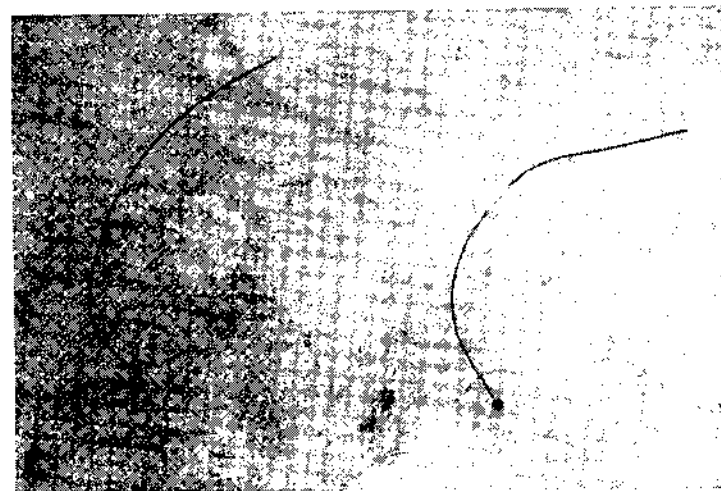
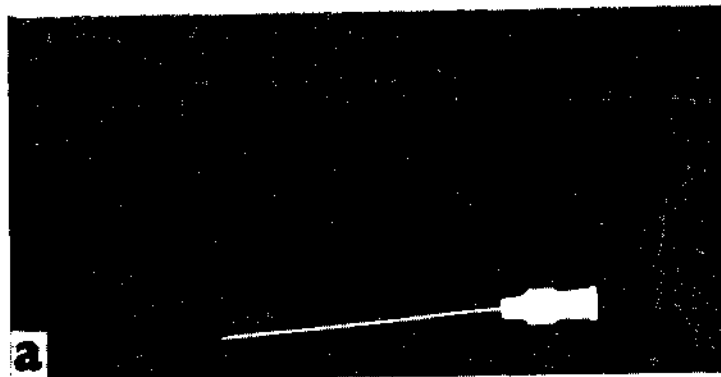
Bylo vyšetřeno 40 dospělých spastických nemocných, 33 mužů a 7 žen (16—56 let, průměrný věk 34 let). Dvacet z nich trpělo poškozením mozku způsobeným úrazem nebo nemocí a měli vyjádřenou spastickou kvadruparézu s hemiparetickou převahou nebo jen hemiparézu. Dvacet trpělo následky poškození míchy, z toho deset mělo kvadruparézu a deset spastickou paraparézu. U všech byla zčásti zachována senzitivní a motorická kontrola paretických končetin a rozsah pohybu nebyl omezen kontrakturami.

Metoda

Nemocný byl připoután ke sklápěcímu stolu v poloze na zádech a v extenzním postavení končetin. Sklápění v sagitální rovině bylo prováděno lineárním zrychlením nižším než 1 cm/sec^2 , tj. podprahovým pro vznik kinetických labyrintových reakcí, z polohy $+135^\circ$ (téměř stoj) do polohy $+45^\circ$ (téměř vis). Postupně byla registrována aktivita 5 párů antagonistických svalů, vždy jednoho extenzoru a jednoho flexoru (tab. 1). Snímání bylo provedeno bipolárním způsobem jemnými drátkovými elektrodami (Basmajian a Stecko, 1962, Kredba a spol., 1976, obr. 95), k zesílení a záznamu použity elektromyografy DISA 13 A 69, 14 B 70 a 14 A 21 s výstupem na dvoukanálový integrátor. Množství aktivity bylo udáno ve voltsekundách (Vs). Sklápění bylo opakováno pětkrát a pokaždé byla snímána činnost jiného páru svalů. Každé sklápění trvalo 60—90 sekund. Mezi záznamy byla plánována minimální přestávka 3 minuty, kdy byly vyměněny snímací elektrody. Po skončení registrace v poloze na zádech byl nemocný otočen do polohy vleže na břiše, a opět postupně sklápěn o 90 stupňů, tentokrát z polohy -45° do polohy -135° (obr. 96). Vyšetření jednoho nemocného trvalo 2—3 hodiny. Celkem bylo sejmuto a vyhodnoceno 326 záznamů.

Tabulka 4. Páry vyšetřených antagonistů

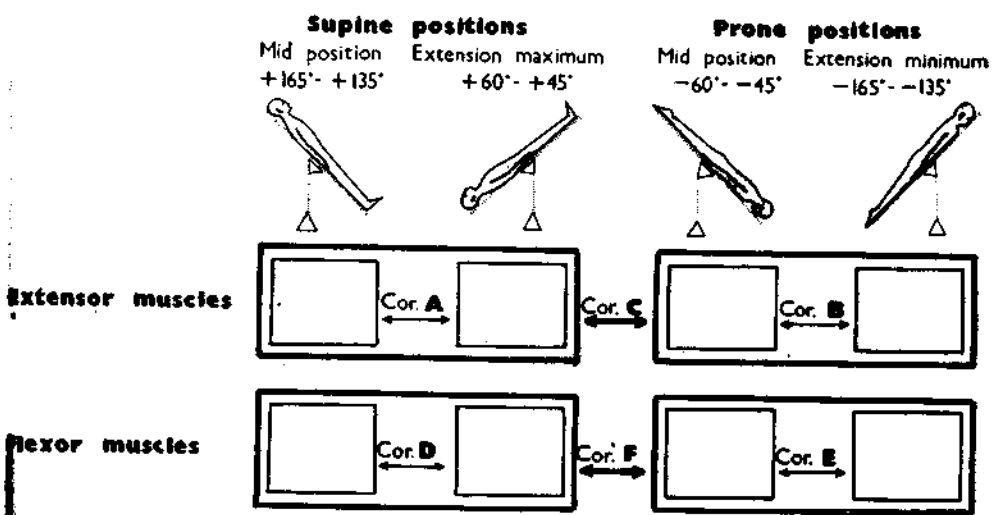
Extenzory	Flexory
m. deltoideus pars posterior	m. pectoralis maior
paravertebrální m. semispinalis Th 7—8	m. rectus abdominis
m. triceps brachii	m. biceps brachii
m. biceps femoris	m. rectus femoris
m. soleus	m. tibialis anterior



Obr. 95. Technika drátkových elektrod

- a — injekční jehla Chirana č. 7 se zavedeným konstantanovým nebo Cu drátkem (0,1 mm). Drátek je izolovaný smaltem. Na obou koncích je smalt odstraněn žháním a drátek mechanicky očištěn do vzdálenosti 5 mm. Na periferním konci je drátek ohnut podél jehly;
 - b — jehla s drátkem zanořeny do svalu;
 - c — jehla vytažena, drátek zůstává ve svalu. Druhý drátek podobně zaveden;
 - d — centrální konec drátku zachycen do stříbrného pera;
 - e — oba drátky připevněny pěrky, stabilizovány náplastí.
- Připraveno k bipolárnímu snímání.

PROGRAM OF PAIRED CORRELATIONS OF THE SPASTIC MUSCLE ACTIVITIES IN DIFFERENT POSITIONS OF THE BODY



Obr. 96. Program párových korelací objemu klidové aktivity spastických svalů v různých polohách hlavy a těla

Supine positions = polohy vleže na zádech. Mid position = střední poloha mezi -165° a -135° , Extension maximum = poloha Magnusova extenčního maxima mezi $+60^\circ$ a $+45^\circ$.
 Prone positions = polohy vleže na břiše. Mid position = střední poloha mezi -60° a -45° , Extension minimum = poloha Magnusova extenčního minima mezi -165° a -135° .
 Cor. A — F = jednotlivé párové korelace objemu klidové aktivity měřené hromadně pro celou skupinu. Extensor muscles = objem klidové aktivity extenzorů. Flexor muscles = objem klidové aktivity flexorů.

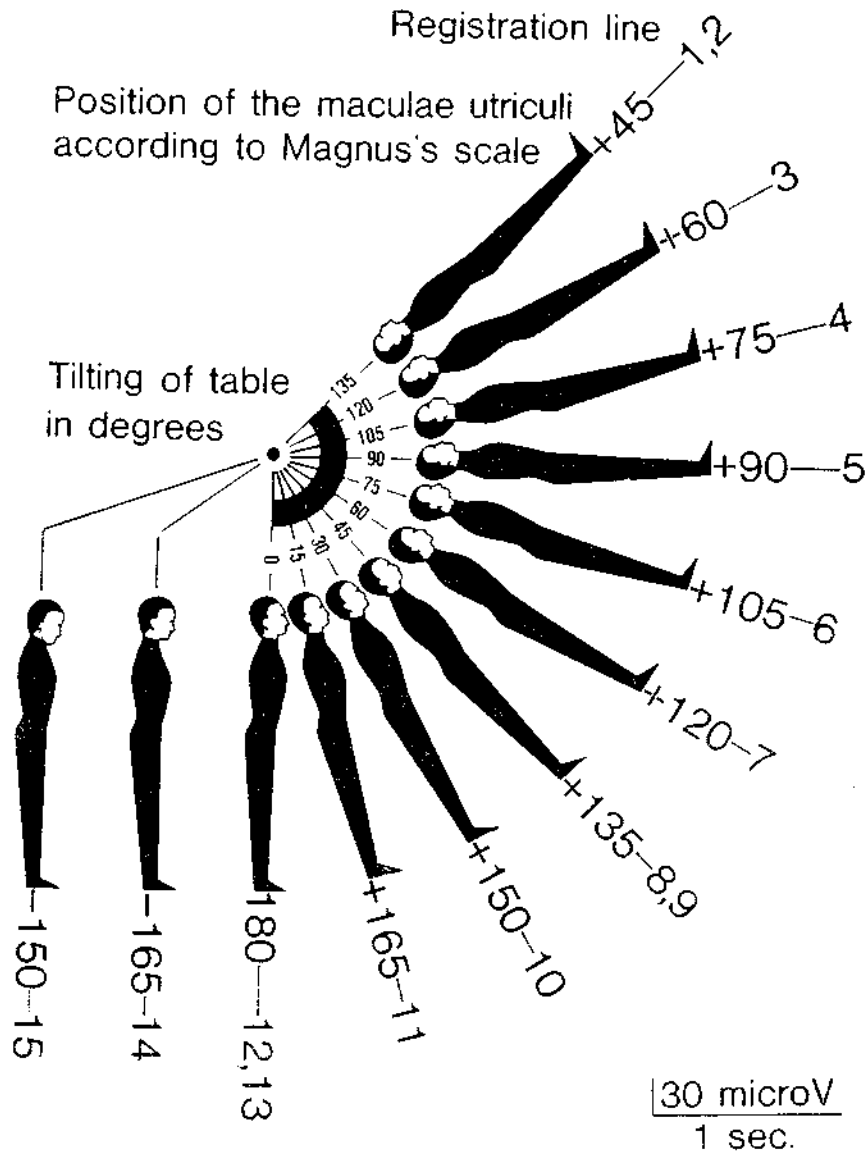
mů. Statistické zpracování (viz souhrn výsledků 1, 2) bylo provedeno hromadně pro celou skupinu 40 nemocných párovou korelací záznamů (objemů integrovaných aktivit) v extrémních polohách.

Výsledky

- Vyhodnocení bylo provedeno podle programu na obr. 96.
- Objem klidové aktivity zvýšen: více než 120 % původního objemu.
- Objem klidové aktivity nezměněn: 80—120 % původního objemu.
- Objem klidové aktivity snížen: méně než 80 % původního objemu.

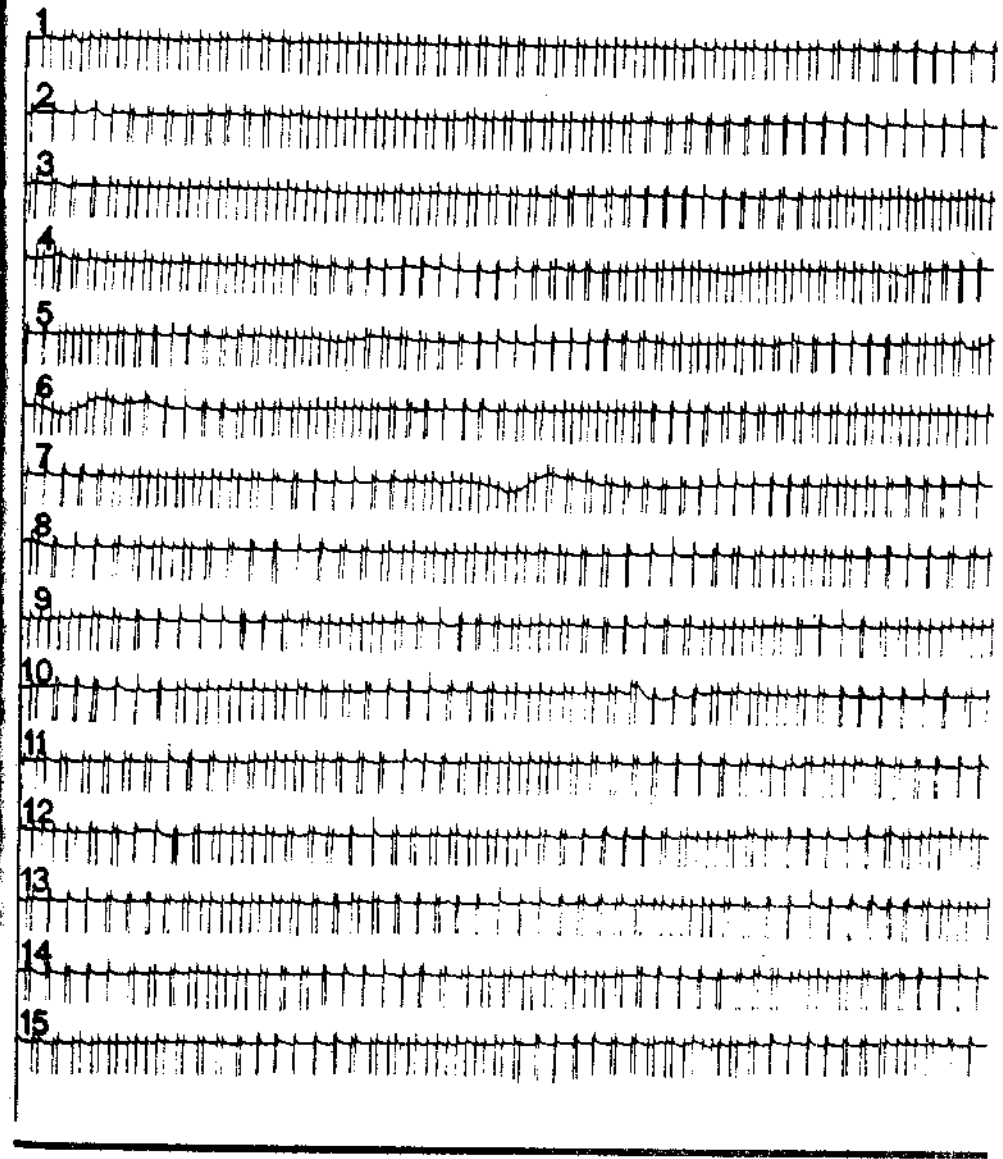
Extenzorové svaly

Korelace A. V poloze vleže na zádech, objem klidové aktivity v „extenčním maximu“ byl zvýšen v 10 %, snížen ve 3 % a nezměněn v 87 % záznamů (př. srovnání s objemem aktivity ve „střední poloze“).



Obr. 97. Nezávislost objemu klidové aktivity na poloze hlavy v prostoru. Spastický kvadruparetič, 6 měs. po zlomenině obratle C5. Poloha vleže na zádech. M. rectus femoris, drátkové elektrody. Nemocný připoután ke sklápěcímu stolu je s objemem 105 sekund přemístěn z polohy +45° do polohy 180° (polohy 1 - 13). Polohy 14 a 15 byly dosaženy přidáním předklonem hlavy. Kонтинуální záznam, trvání každé řádky (1 - 15) 6 a půl sekund odpovídá příslušné poloze podle diagramu.

Korelace B. V poloze vleže na břiše, objem klidové aktivity ve „flexním maximu“ byl zvýšen v 17 %, snížen ve 23 % a nezměněn v 67 % záznamů (př. srovnání s objemem aktivity ve „střední poloze“).



Registration line = odpovídající řádek záznamu.
Position of the maculae utriculi according to Magnus scale = poloha maculae utriculi v prostoru.
Tilting of table in degrees = stupeň sklápění stolu.
Klidová aktivita svalu je představována akčními potenciály dvou motorických jednotek. Nemění se v závislosti na poloze hlavy v prostoru.

Korelace C. Objem klidové aktivity extenzorů byl vyšší v poloze na břiše v 71 % všech záznamů, vyšší v poloze na zádech v 10 % všech záznamů a nezměněn v 19 % všech záznamů.

Flexorové svaly

Korelace D. V poloze vleže na zádech, objem klidové aktivity v „extenčním maximu“ byl zvýšen ve 4 %, snížen ve 4 % a nezměněn v 92 % záznamů (při srovnání s objemem klidové aktivity ve „střední poloze“) (obr. 97).

Korelace E. V poloze vleže na břiše, objem klidové aktivity ve „flexním maximu“ byl zvýšen v 16 %, snížen v 11 % a nezměněn v 73 % záznamů (při srovnání s objemem klidové aktivity ve „střední poloze“).

Korelace F. Objem klidové aktivity flexorů byl vyšší v poloze na zádech v 62 % všech záznamů, vyšší v poloze na břiše v 13 % všech záznamů a nezměněn ve 25 % všech záznamů.

Souhrn výsledků

1. Významné rozdíly v klidové aktivitě spastických svalů v závislosti na poloze hlavy v prostoru nebyly zjištěny (programy A, B, D, E, obr. 97).
2. Byly zjištěny významné rozdíly ($t < 1\%$) v klidové aktivitě svalů v závislosti na poloze těla na podložce (rozdíly mezi polohou na zádech a na břiše (programy C a F, obr. 98).
3. Klidová aktivita spastických extenzorů byla téměř ve $\frac{3}{4}$ záznamů vyšší v poloze na břiše (než na zádech, obr. 99).
4. Klidová aktivita spastických flexorů byla téměř ve $\frac{2}{3}$ záznamů vyšší v poloze vleže na zádech (než na břiše).

Závěry

Při srovnání předložených výsledků s popisem polohových labyrintových reflexů R. Magnuse jsou zřejmé základní rozdíly. Klidová aktivita extenzorů a flexorů u vyšetřovaných osob se v závislosti na poloze hlavy v prostoru neměnila. Aktivita extenzorů a flexorů u vyšetřovaných zvířat se v závislosti na poloze hlavy v prostoru měnila.

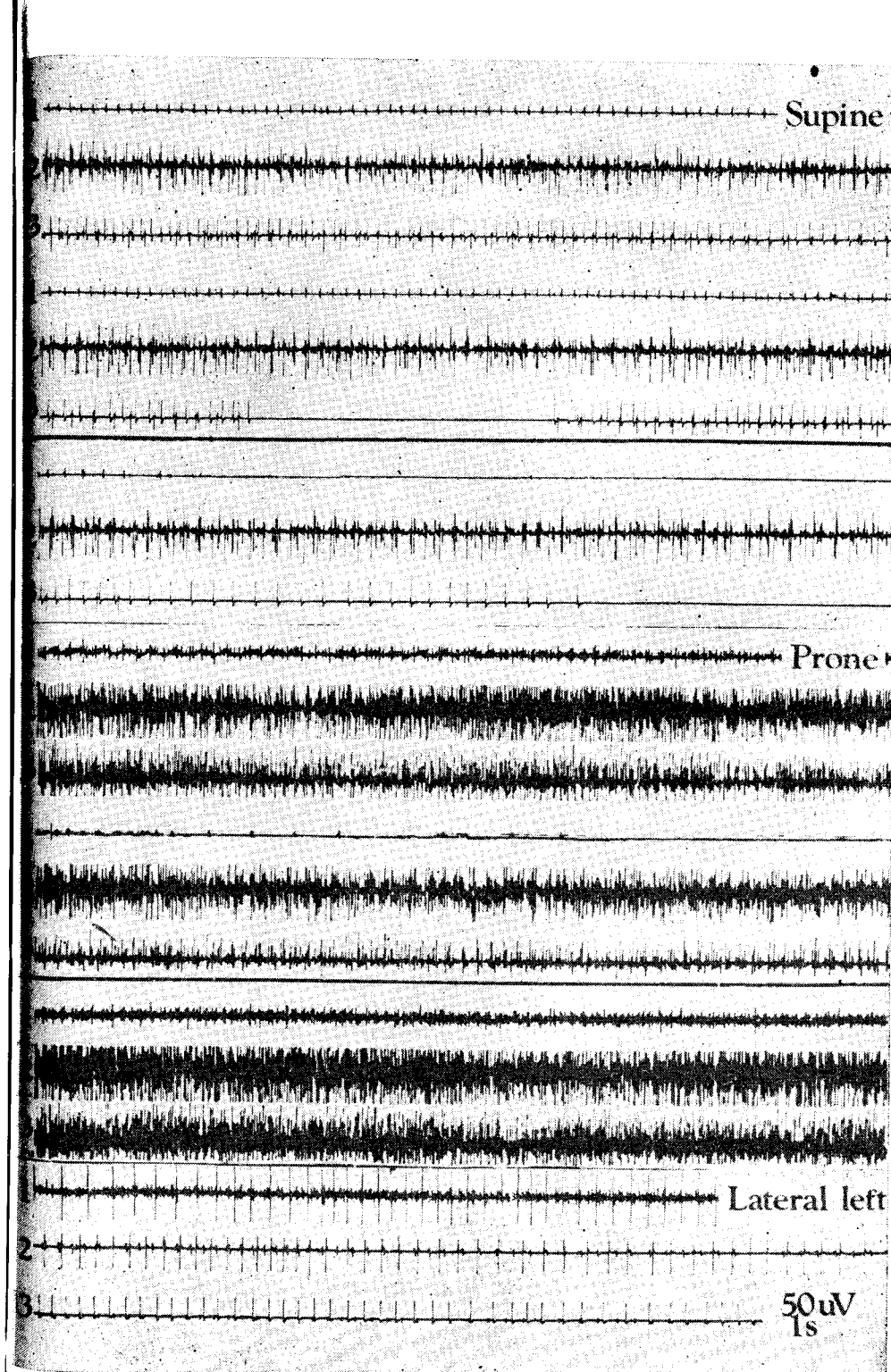
Jaké jsou příčiny těchto rozdílů?

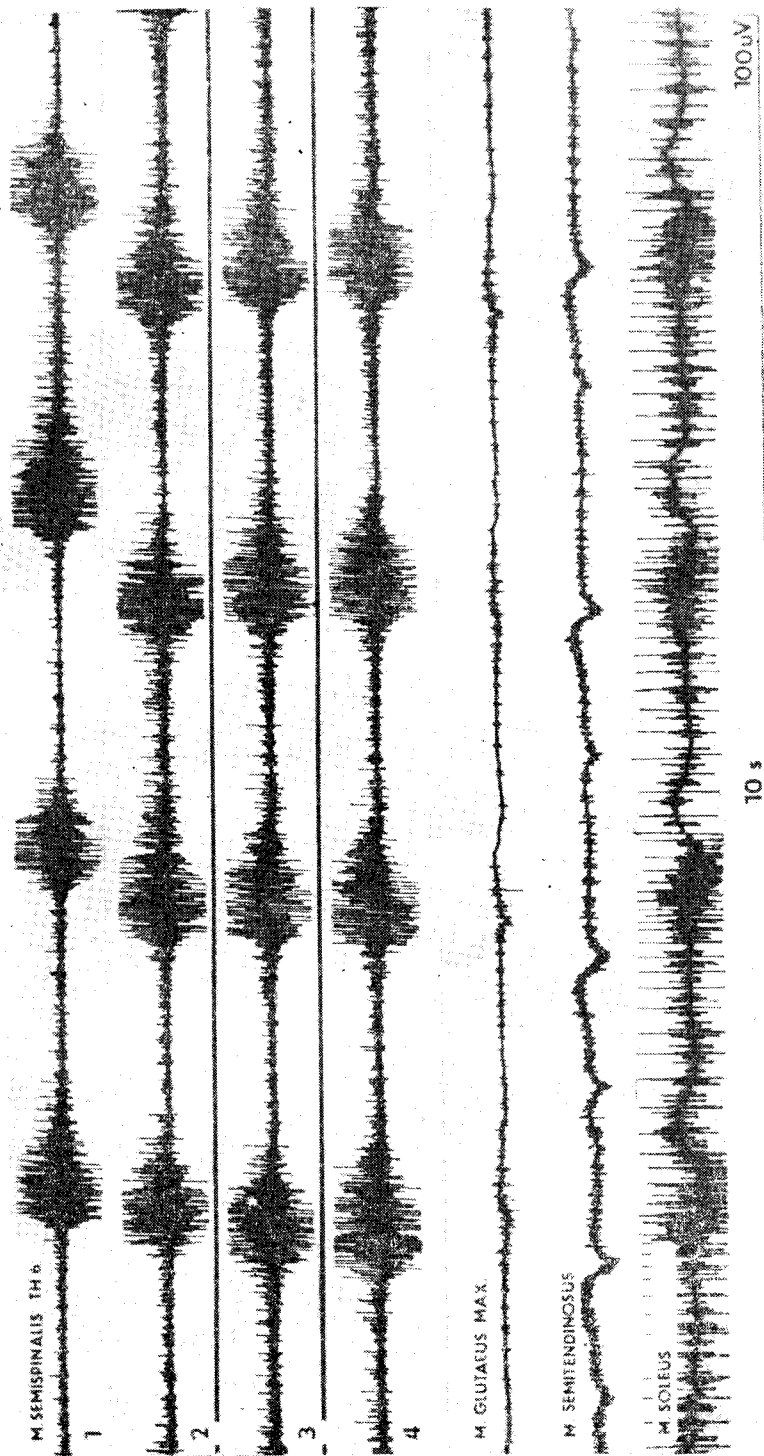
a) *Druhá rozdílnost.* Je podstatná a četnými důkazy doložená. Mollaret a Bertrand (1945) jako první kritizovali klinickou zvyklost přenášet patofyziologické koncepty pokusné decerebrace čtvernožců na nemocného člověka. Stav lidské decerebrace, jak je známe u mozkových porážek, jsou mnohem pestřejší a nestálější než decerebrace kočky a psa. Nejčastější jsou kombinace flexních a extenčních postavení končetin u téhož nemocného (alternující decere-

Obr. 98. Závislost objemu klidové aktivity na poloze těla na podložce

Spastická kvadruparetická žena, míšní forma roztroušené sklerózy. M. soleus (1), m. biceps fem. (2), m. gluteus max. (3), drátkové elektrody. Supine (A) = poloha vleže na zádech. Prone (B) = poloha vleže na břiše. Lateral left (C) = poloha na levém boku.

Vleže na zádech středně objemná aktivita všech extenzorů, zvýšení vleže na břiše, snížení vleže na levém boku.





Obr. 99. Závislost objemu klidové aktivity na poloze těla na pudlože

Spastický kvadruparetik, 15 měsíců po zlomenině obrate Th 6. 1 — 4: paravertebrální hrudní svaly ve výši trnu Th 6, drátkové elektrody. Záznam vjeze na břicho. Nárazová aktivita 28 min s lokomotorickým efektem, nezávislá na dechu (1 — 2), na Val-salvově pokusu (3) i na záklonu hlavy (4). Nárazy klidové aktivity v ostatních extenzorech spastické části těla: m. glutaeus max. m. semitendinosus a m. soleus.

Vjeze na zádech stále klidová aktivita všech registrovaných svalů bez nárazového zvišování.

rebrační rigidita), kdy svalový hypertonus je zejména silně ovlivňován metabolickými a respiračními vlivy (Bricolo a spol., 1977). Úplná a typická decerebrační rigidita s tonickou kontrakcí masseterů, paravertebrálních šíjových svalů, trapezů, extenzorů a vnitřních rotátorů končetin je vzácná. Jen u malého počtu nemocných jsou nekonstantně výbavné hluboké šíjové reflexy. Ptevní nálezy ukazují, že symptomatologie decerebrační rigidity u akutních poranění mozku není nesporným důkazem rozhodujícího poškození dolního mozkového kmene; často byla zjištěna hlavně destrukce velkého mozku, a kmen byl strukturálně nepoškozen (Bricolo a spol., 1977).

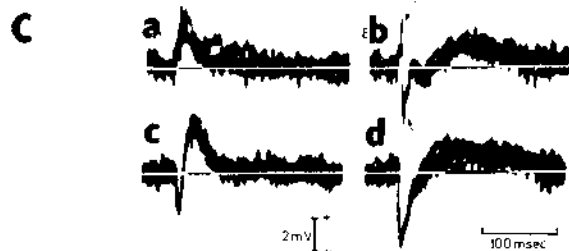
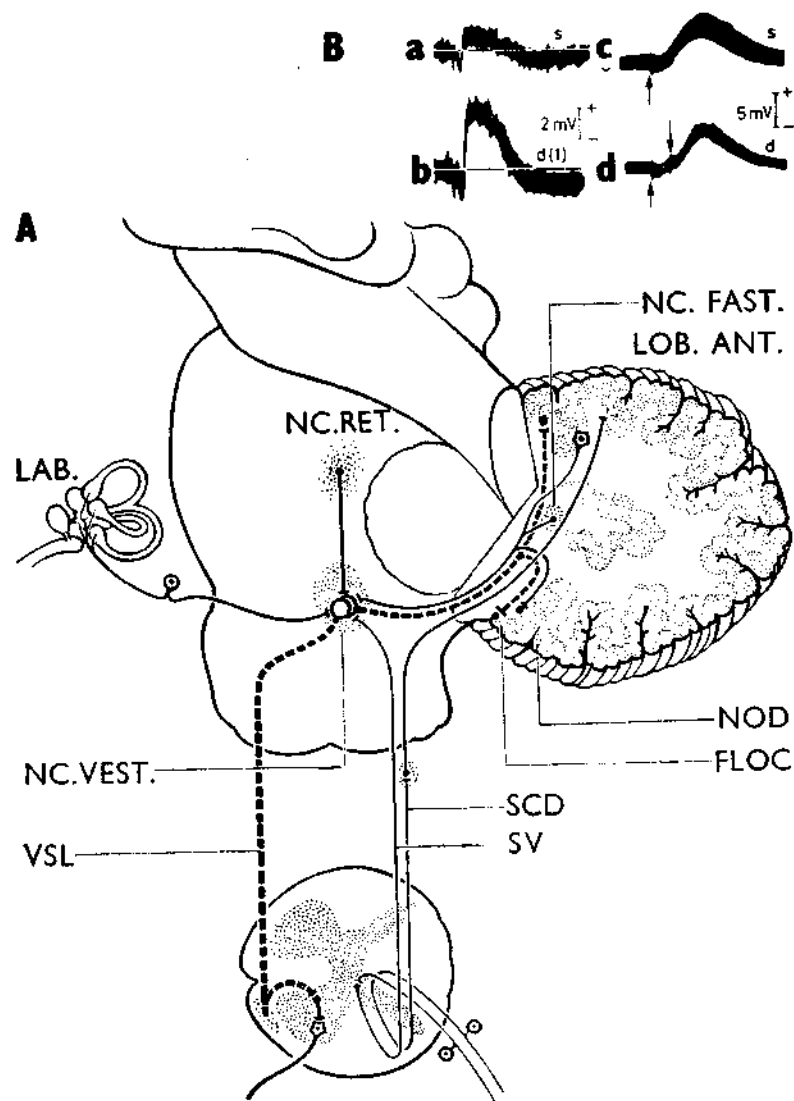
b) *Rozdíly v poškození centrálního nervového systému.* U vyšetřovaných osob byla topická diagnóza založena na klinické symptomatologii, která ukazovala buď na převážné poškození velkého mozku nebo míchy. U pokusných zvířat šlo o standardní řezy mozkovým kmenem. Všichni nemocní byly při vědomí a spolehlivě spolupracovali. Pokusná zvířata měla snížené vědomí nebo byla v bezvědomí, nebo v celkové narkóze bez relaxace.

Umístění a velikost ložiska jsou pro manifestaci polohových reflexů nejdůležitější. *Patologický polohový reflex* se manifestuje, když ložisko

- některé funkce nepostihne,
- některé funkce vyřadí.

Musí být zachována činnost elementárního reflexního vestibulospinálního oblouku, který se skládá z receptorů (vláskové buňky macula utriculi a sacculi), nejméně tří neuronů (primární labyrintové aferenty, tr. vestibulospinalis lateralis, axony motoneuronů v periferním nervu) a z efektu (extrafuzální vlákna svalu).

Musí být vyřazena činnost struktur, které funkci elementárního reflexního vestibulospinálního oblouku omezují a pozměňují. K modulaci činnosti dochází za normálních podmínek zejména na úrovni receptoru a dále na obou synapsích, tj. na úrovni jednotek laterálního vestibulárního jádra a na úrovni motoneuronů. Populace vláskových buněk makul nevyšílá „čistou“ a unifikovanou informaci o poloze hlavy v prostoru. Vzhledem k úhlové variaci kinocilií podává každá buňka trochu jinou zprávu. Protože reagují i na přímočaré a poněkud i na úhlové zrychlení, vysílají vláskové buňky i informaci o pohybu hlavy, každá podle své směrové specifčnosti. Jejich činnost podléhá jednak eferentní kontrole, kterou se ladí jejich citlivost, jednak habituací (Cramer, 1962). A konečně, protože jich je asi desetkrát víc než vláken vestibulárního nervu, nastává konvergence zpráv několika labyrintových recepčních jednotek na jednu jednotku vestibulárních jader, při čemž zejména na každém z tonických neuronů nc. Deiters se mísí informace z receptorů statických i kinetických. *Stálá modulace činnosti receptoru je základní „vnitřní“ vlastnosti elementárního reflexního vestibulospinálního oblouku* a je třeba s ní počítat i ve stavu dlouhodobého klidu hlavy v prostoru, který navíc v klinických podmínkách nikdy nemůže být absolutní. Zpráva z labyrintu se na úrovni jednotek vestibulárních jader setkává se signály z jiných míst centrálního nervového systému. Nc. Deiters (laterální jádro) dostává signály z mozečku — z nc. fastigii obou stran a z předního laloku mozečku, kde jsou přijímány signály míšňi. Jednotky dorzokaudálního oddílu Deitersova jádra dostávají přímé signály míšňi z receptorů trupu, pánve a dolních končetin. Konečně dostává Deitersovo jádro somatotopicky neorganizované signály z retikulární formace pontu a prodloužené míchy (obr. 100).



Aktivita labyrintu se v jaderných jednotkách setkává s aktivitou, která je generována jinými receptory a řízena jinými systémy (Gernardt a Gilman, 1959, 1960, Fredrickson a spol., 1965). Je zřejmé, že specifický stav vestibulárního podráždění nemůže být hodnocen na základě součtu impulsních frekvencí jednotlivých vláskových buněk (Trincker, 1959, Löwenstein, 1972). Jestliže vstup extralabyrinthových, hlavně sensorických signálů do vestibulárních jader není přerušen, specifická původního labyrintového kódu na úrovni jader zaniká. Ve vestibulárních jaderných jednotkách jsou původní vysílačí vzorky změněny v jiné. Jenom některé nenápadné změny, jako například (mírné) zvýšení amplitudy natahovacího reflexu (Delwaide a Delbecq, 1973, Delwaide a Juprelle, 1977) nebo úchylna trupu a paží (Hautant) při dráždění labyrintu dokazují funkční spojení vláskových buněk s kosterními svaly. Jemné tonické kolísání napětí extenzorů a flexorů při změnách polohy hlavy v prostoru, dosahující až extenčního či flexního pohybu končetin při dosažení „extenčního maxima“ či „extenčního minima“ se neobjeví dříve, dokud není modulující a inhibiční vliv mozečku, míchy a retikulární formace blokován hlubokým decerebračním řezem. Naposledy je již pozměněný labyrintový signál zpracován na úrovni míšních interneuronů a motoneuronů, které jsou kontaktovány četnými projekcemi mozkového kmene a velkého mozku (obr. 101). Zde nastává konečný výpočet hybného vzorku, jaký je předán motorickému vláknům periferního nervu.

Jedině ve stavu ischemické decerebrační rigidity, když jsou vyřazeny zpětné systémy kontroly (feed-back) vestibulárních jader a vstříčné systémy kontroly (feed-forward) míšních motoneuronů a nemocný je v hlubokém komatu, mají polohové labyrintové reflexy naději se manifestovat. Nemohli jsme potvrdit jejich přítomnost ve stavech spastické hypertonie u nedecerebrovaných dospělých nemocných se zachovaným vědomím. Byla to poloha těla na podložce, která se ukázala být rozhodující pro distribuci klidové aktivity hypertonických svalů.

Při hodnocení této polohové závislosti musí být uváženy hlavně dva extralabyrinthové aferentní somatosenzorické vlivy: 1. Váha těla na podložce, která je tlačí na její povrch rozdílně podle zaujaté polohy a vybavuje jednak natahovací reflexy — „fundamentální posturální jednotky (Young, 1973)“ a jednak a podle současných znalostí hlavně (Pompeiano, 1972) reflexy z kloubních receptorů, 2. Dotyk těla na podložce, který určuje aktivitu exteroceptorů, zejména těch s pomalou adaptací. Některé zprávy nasvědčují velké důležitosti exteroceptivních reflexů v řízení polohy a pohybu (Eccles a spol., 1971 a, b).

Význam aferentace pro reedukaci hybnosti nemůže být dost zdůrazňován.

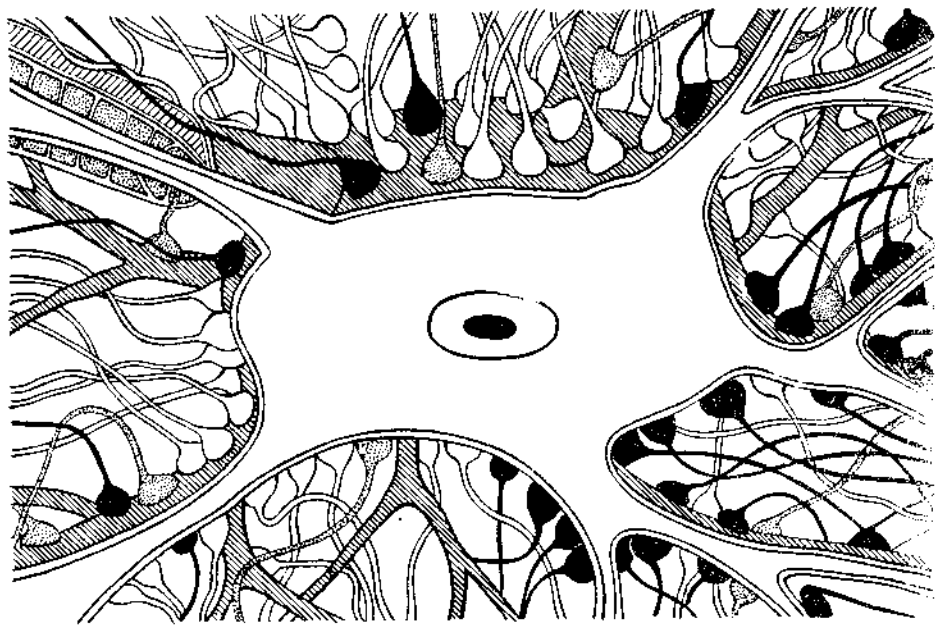
Obr. 100. Souběh a rozběh vzruchů na neuronech Deitersova jádra

A. Zjednodušený model. Vestibulární jádro (NC.VEST.) přijímá impulsy z labyrintu (LAB.), z nucleus reticularis tegmenti pontis (NC.RET.), z předního laloku mozečku (LOB.ANT.), z nc.fastigii mozečku (NC.FAST.), z nodulu a flocculu (NOD.FLOC.), z míchy přímo spinovestibulární drahou (SV) a nepřímo přes jádra zadních provazců a přes spinocerebrální dráhy (SCD). Tyto primární a sekundární vestibulární aferenty jsou značeny plnými čarami.

Vestibulární jádro vysílá zpracované impulsy do lobus anterior cerebelli, nodulu a flocculu a vestibulospinální laterální drahou (VSL) do míchy. Tyto vestibulární eferenty jsou značeny čárkovaně.

B. Depolarizace neuronu Deitersova jádra vzbuzená drážděním na stejné (a, b) a na druhé (c, d) straně předního laloku mozečku jednotlivými (a, c) a zdvojenými (b, d) podněty. Podle Ito a spol., 1968. Anestezovaná kočka.

C. Depolarizace neuronu Deitersova jádra vzbuzená drážděním přední plochy krční míchy na různých místech. Podle Ito a spol., 1968. Anestezovaná kočka.



Obr. 101. Souběh vzruchů na motoneuronu (podle Schadé, 1973)
Velké množství axonů končí synaptickými knoflíky na motoneuronu. Černě značené excitované, bíle inhibované a šedě dočasně inaktivní synapse.

„Všechny naše volní pohyby se uskutečňují na pozadí reflexního dění, ale o tom, zda budou reflexy zapojeny do akce, rozhoduje množství aferentních podnětů a jejich schopnost překonat centrální inhibici“ (Clemmensen, 1951). „Když chybí aferentní podněty, tzv. motorický kortex se nic nedoví“ (Good, 1949). U pohybových poruch je třeba somatosenzorickou aferenci cvičit a rehabilitovat stejně jako pohyb. Nemocný se snaží při zavřených očích poznat, v jakém postavení je jeho ochrnutá ruka, jednotlivě prsty. Zpočátku užíváme extrémní postavení a pasivní pohyb vedeme rychleji (Stejskal, 1968). Hemiplegici diferencují rychlý pohyb lépe než pomalý, flexní lépe než extenzní, aktivní lépe než pasivní (Hausmannová — Petrusiewicz, 1957). Kožní (nociceptivní) podráždění pomáhá vybavení nejen flexních, ale i extenzních reflexů. Většina dochází k maximální aktivaci toho svalu, nad nímž se provádí dráždění. Při dráždění přední plochy nohy a bérce odpověď dorzálně flexní, naopak při dráždění zadní plochy lýtky je odpověď extenzní (Hagbarth, 1960). U těchto poznatků pracoval u nás zejména Vlach (1939). Dotyk rukou a svalem, který má být volně kontrahován, doporučují Kennyová i Kabat. U nociceptivního dráždění kůže má významnou úlohu poloha, v níž je dráždění prováděno. Tak například dráždění motorického bodu m. biceps brachii vleže na břiše má za následek flexní odpověď trupu a kyčle, vleže na zádech extenzní odpověď trupu a kyčle (Chennels a Floyd, 1955). Svalová hyperreflexie spastických paraplegiků a kvadruparetiků je vyšší na té straně, kde nemocný leží (Pollock a spol., 1951). Zatímco v poloze vleže na boku jsou častější flexní spasmusy v poloze vleže na zádech jsou častější extenzní spastické automatismy. V žádném případě nelze u těchto mimovolních hybných změn

prokázat závislost na labyrintových receptorech (Pollock a spol., 1955). Zato je výrazná závislost na kašlání, smrkání a hlavně inspiraci (Pollock a spol., 1955). V poloze vleže na břiše jsou statisticky významněji spastické extenzory, vleže na zádech spastické flexory (s. ???). Statistická významnost nevyučuje opačné možnosti, a proto je třeba u každého nemocného prahu výbavnosti volních pohybů v jednotlivých polohách vyzkoušet; je vhodné začít se zkouškou flexních pohybů trupu a velkých kloubů vleže na zádech a extenzních pohybů vleže na břiše, protože pravděpodobnost nižších prahů je v těchto polohách větší. Valsalvův manévr změny klidové aktivity potencuje a ve zvolené poloze je vhodným facilitačním prostředkem.

Souhrn

Práhy pro vybavení aktivních pohybů u dospělého spastického nemocného, závislé na poloze těla a vyjádřené objemem klidové aktivity, jsou určeny extralabyrintovými aferentními podněty (reflexy kloubních receptorů a exteroceptivními reflexy).

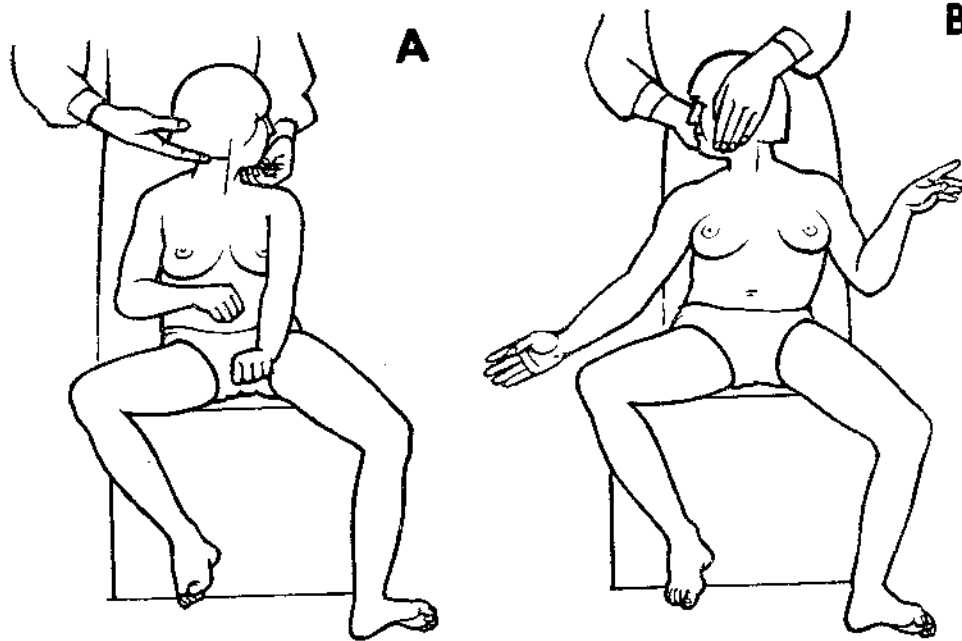
Doporučení využít labyrintových nebo vestibulárních vlivů k facilitaci nebo inhibici aktivního pohybu trupu a končetin v závislosti na poloze hlavy v prostoru u dospělého spastického nemocného jsou neúčinná a matou fyziologické koncepce hybné reedukace.

TZV. HLUBOKÉ REFLEXY ŠÍJOVÉ

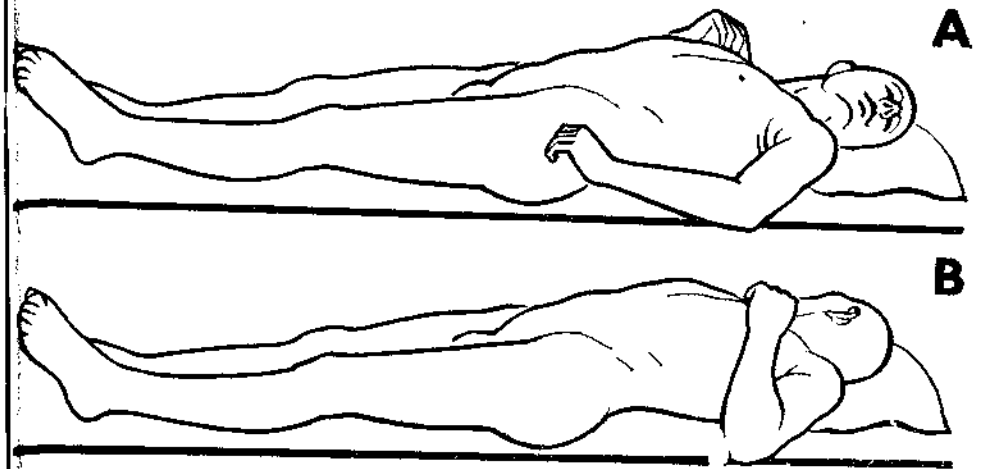
KLASICKÉ POKUSY MAGNUSE A DE KLEIJNA

Jestliže je hlava decerebrovaného zvířete předkloněna nebo zakloněna, vznikají symetrické změny postavení končetin, jestliže je otáčena nebo ukláněna, změny postavení končetin jsou asymetrické. Symetrické hluboké šíjové reflexy nejsou u všech druhů stejné, extenzory a flexory králíka reagují jinak než stejné končetinové svaly kočky a psa. Asymetrické hluboké šíjové reflexy jsou u všech druhů stejné. Otočení (rotace) hlavy je silnějším podnětem než úklon (inclinace) hlavy. Končetiny na straně brady se nazývají „čelistní“ (Kieferbeine, chin limbs), na straně druhé „týlní“ (Schädelbeine, skull limbs). U decerebrovaného zvířete se čelistní končetiny dostávají do extenzního postavení a týlní do flexního postavení (Magnus a de Kleijn, 1912). Laterálně vznikají hlubokých šíjových reflexů je dlouhá a variabilní — Magnus (1921) uvádí 1/3 až 1 sekundu, výjimečně až 6 sekund. Podobně jako polohové labyrintové reflexy, i hluboké šíjové mohou být buď tonické (u decerebrovaného zvířete) nebo vzpřimovací (u thalamickeho stojícího zvířete). Výrazná změna svalového tonu až změna postavení nastává v plecích předních končetin, zatímco změny v zadních končetinách jsou slabší. U nedecerebrovaného psa kočky a králíka, zjistili Magnus a de Kleijn je značně nevýrazné hluboké šíjové reflexy, zatímco u nedecerebrované opice Rhesus nebyly přítomné vůbec. Přesto byly hluboké šíjové reflexy hledány a nacházeny i u nedecerebro-

vaného člověka. Především u nedonošenců a novorozenců, průměrně do 16. týdne života (Gesell a Amatrudová, 1951), konstantně do konce 2. týdne a nekonstantně do konce 6. měsíce (Muller—Stephen, 1965). U spastických nemocných byly zjištěny v dětském i dospělém věku. Podobně jako u Magnuse, byly změny postavení končetin v závislosti na postavení hlavy vzhledem k trupu nalezeny především na horních končetinách (Hellebrandtová a spol., 1962) nebo jen na horních končetinách (Twitchell, 1951). Rotace hlavy byly účinnější než inklinace (obr. 102, 103). Nejméně účinné byly předklony byly účinnější než inklinace (obr. 102, 103). Nejméně účinné byly předklony a záklony hlavy a údaje o jejich působení se navzájem liší. Předklon v poloze vleže na zádech způsobil flexi horních a extenzi dolních končetin, obráceně záklon; tytéž změny postavení hlavy vstoje měly opačný efekt, což autoři přičítali nepochybnému vlivu labyrintových reflexů (Marinesco a Radovici, 1924). Předklon hlavy vstoje i vleže na zádech měl za následek zvýšení extenzorového tonu všech končetin, zatímco v poloze na všech čtyřech jeho snížení (Brain, 1927). Předklon hlavy u 3/4 spastických dětí vleže na zádech zvýšil tonus m. biceps brachii a záklon hlavy tonus m. triceps brachii (Thom, 1963). *Závislost mezi postavením hlavy a tonusem extenzorů byla v každém případě nepevná*, existovaly četné výjimky z definovaných schémat, byla prokazatelná závislost na rozrušení a únavě, u 3/4 spastických hemiplegiků nebyly hluboké šijové reflexy nalezeny vůbec. V největší sestavě, která byla prezentována (248 hemiplegiků a 1000 pozorování), uvedl Simons (1923) dvojitý možný způsob působení hlubokého šijového reflexu: reciproční (gegensinnige Wirkung der Kopfstellung) znamenalo souhlasné s Magnusovými, nerekiproční



Obr. 102. „Hluboké šijové reflexy“ u spastického nemocného (podle Freemana a Morina, 1924)
Kvadruparetická a atetoidní forma m. Little (DMO). Pasivní rotace hlavy vsedě způsobila změnu postavení končetin ve smyslu hlubokých šijových reflexů.

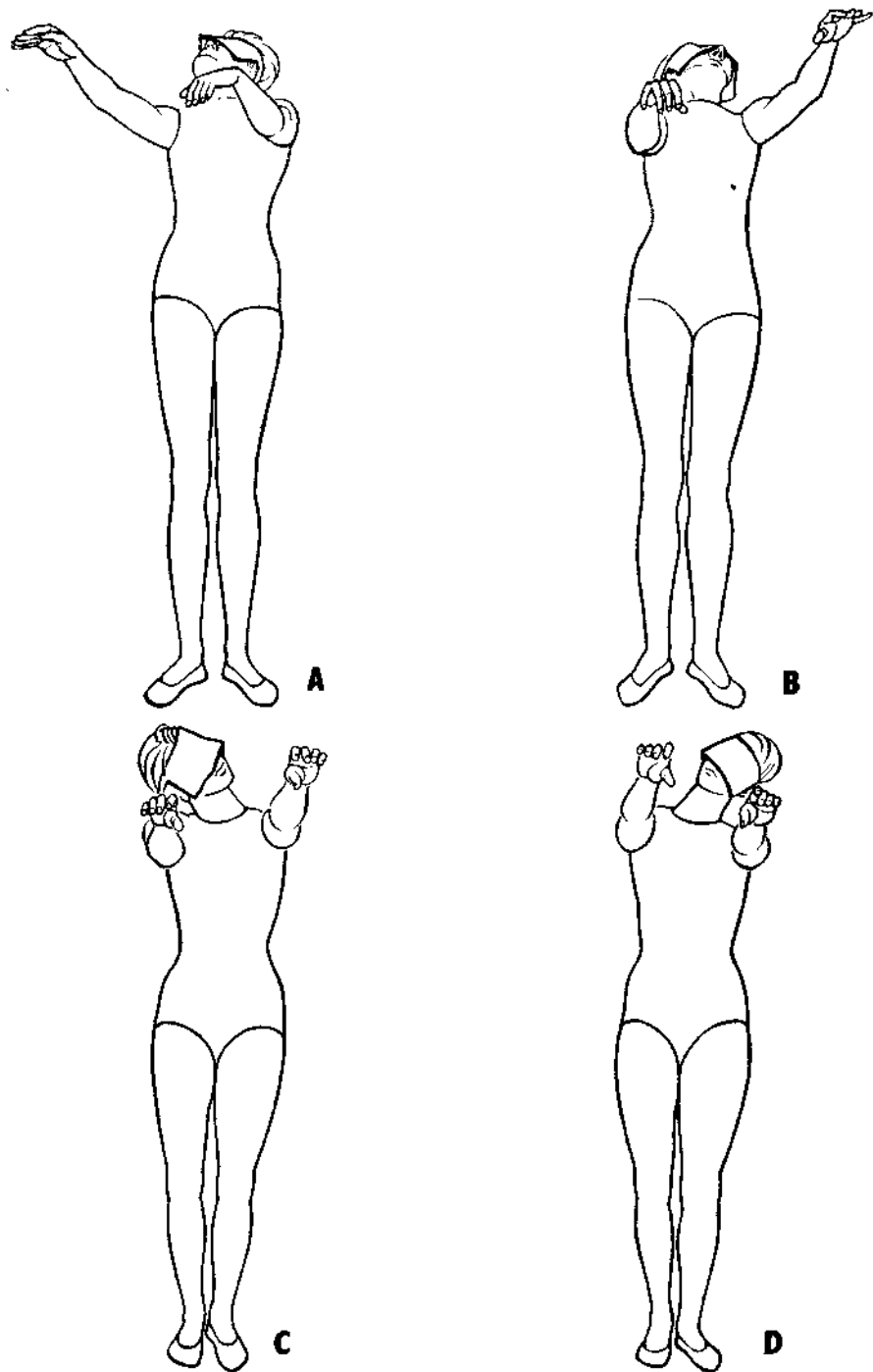


Obr. 103. „Hluboké šijové reflexy“ u spastického nemocného (podle Marinesco a Radovici, 1924)

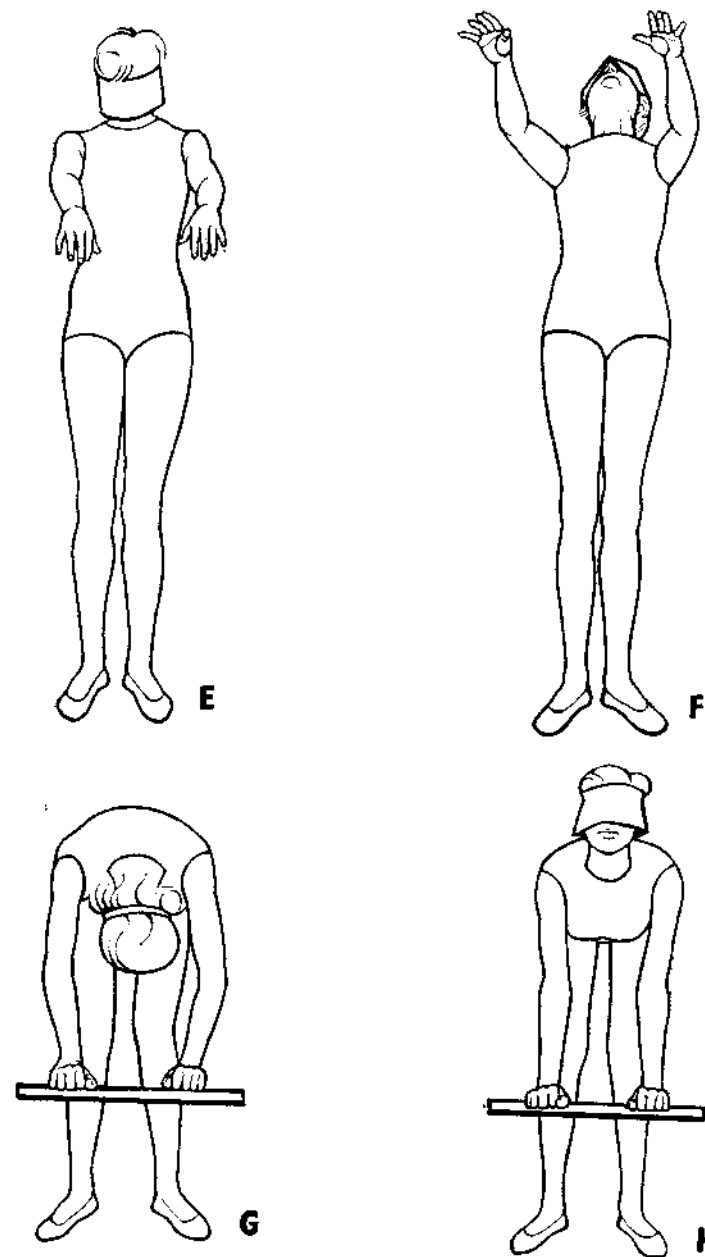
Stav po náhlé cévní mozkové příhodě, těžká spastická kvadruparéza. Aktivní rotace hlavy vzbuzovala změnu postavení končetin ve smyslu hlubokých šijových reflexů.

(gleichsinnige Wirkung) znamenalo, že ať se hlava pohnula kamkoliv, nastaly v hemiplegických končetinách vždy stejné změny, většinou flexní na horních a extenzní na dolních. Je nutno zdůraznit, že ve všech případech bylo použito *úporných souhybů (synkinéz)*.

U zdravých dospělých osob byly *pohybové vzorky odpovídající hlubokým šijovým reflexům nalezeny ve výdržích*. Nejdříve Goldstein a Riese (1923) objevili, že svalstvo, v němž se mají změny tonusu objevit, musí být v *lehkém stavu napětí* [ve stavu statické inervace]. Hoff a Schilder (1927) zjistili, že takový vhodný stav nastává ve stoji s otočenou hlavou, kdy se předpažené horní končetiny uchylují ve směru rotace hlavy. Závislost hlava — předpažené horní končetiny u osob se zakrytými očima potvrdili Hellebrandtová a spol. (1962). Volně předpažené horní končetiny se při rotaci i inklinaci hlavy bradou k rameni uchylují stejným směrem (obr. 104), při záklonu hlavy stoupají, při předklonu hlavy klesají, v poloze na všech čtyřech záklon hlavy *facilituje extenzi horních a flexi dolních končetin a předklon hlavy obráceně*. Autorky zdůraznily důležitost šijové propriocepce pro tyto souhyby nejen ve výdržích, ale i v plynulé hybnosti, pokud pohyby nejsou velmi uvolněné nebo naopak, velmi úporné. Konečně bylo pomocí soustavné fotografické dokumentace prokázáno, že i při silových pohybech se polohové reflexy uplatňují způsobem, kdy postavení hlavy určuje pevný řád postavení trupu a končetin (obr. 105). „Ve sportu jsou poloha a postavení těla krásné a ideální jen tehdy, když odpovídají akci polohových reflexů“ (Fukuda, 1961). (obr. 106). Význam hlubokých šijových reflexů převažuje význam labyrintových a pokud jsou ve vzájemné opozici, není výsledkem algebraický součet posturálních mechanismů (jako u decerebrovaných zvířat, Magnus, 1924), nýbrž šijové převládají a potlačí labyrintové (Fukuda, 1961). Autor přiznává jen nečetné výjimky, např. při silném zrychlení předchozího pohybu. Ve vrcholných fázích pohybu ve výdržích („dynamické polohy“) jsou však podle jeho názoru hluboké šijové reflexy prakticky vždy prokazatelné.



Obr. 104. Pohybové vzorky ve smyslu hlubokých šťjových reflexů u zdravého člověka (podle Hellebrandtové a spol., 1962)
 Nepoučené instruktorky LTV, manévr Hoffův-Schilderův, vyřazená zraková perce)



A, B — při rotaci hlavy se předpažené horní končetiny uchylují ve směru rotace hlavy;
 C, D — při úklonu hlavy přilehlá paže klesá, protilehlá stoupá;
 E, F — při záklonu hlavy ve stoji předpažené horní končetiny stoupají, v kvadrupedální poloze podle Braina se natahují;
 G, H — při předklonu hlavy ve stoji předpažené horní končetiny klesají, v kvadrupedální poloze se v loketních kloubech ohýbají.
 Ve všech položových situacích je patrná závislost postavení předpažených horních končetin nejen na postavení hlavy, ale také na postavení horní části trupu a pletenců.



Obr. 105. Pohybové vzor-
ky ve smyslu hlubokých
šijových reflexů při vr-
cholovém hybném úsilí.
A, B — při skoku vysoc-
kém metodou sklopného
stylu „flop“ se uplatňuje
symetrický pohybový
vzorek, ve kterém v
okamžiku před a nad la-
tkou se záklon hlavy
sdrůžuje s hyperlordo-
zou a natažením končetin,
za látkou se před-
klon hlavy sdrůžuje s
flexí končetin (U. Mey-
farthová);
C, D — při skoku vysoc-
kém metodou valivého
stylu „straddle“ se up-
latňuje asymetrický po-
hybový vzorek, ve kter-
ém se čelistní končetiny
natahují a lebeční
ohýbají (C — V. Brumel,
D — J. Thomas).

Obr. 106. Vzorky ve
smyslu hlubokých šij-
ových reflexů při vrcho-
lovém pohybovém úsilí
Ludmila Turiščeová,
Mnichov 1972.



V přesně fyziologické terminologii nelze žádný z popsaných příkladů u zdravých dospělých osob označit pojmem „hluboký šijový reflex“, nýbrž „pohybový vzorek“.

SOUČASNÉ ZNALOSTI O HORNÍ KRČNÍ MÍŠE VE VZTAHU K ŘÍZENÍ HYBNOSTI

Z Magnusových popisů (Magnus, 1924) víme, že hluboký šijový reflex je řízen prvními dvěma segmenty míchy:

— hluboký šijový reflex, výbavný po decerebračním řezu v dolním mozkovém kmeni, nezaniká, jestliže je proveden přídatný řez pod vest bulárními jádry; naopak šijové reflexy jsou ještě výraznější, což Magnus vysvětloval tím, že odpadl tonický labyrintový vliv. Hlubové šijové reflexy zůstávají zachovány, i když je řez proveden ještě níže, mezi prodlouženou a páteřní míchou, dokonce mezi C1 a C2. Je-li proveden pod C2, jsou už velmi slabé a prakticky zanikají při řezu pod C3. Z toho vyplývá, že hluboký šijový reflex je reflexem míšním,

— hluboký šijový reflex má latenci $\frac{1}{3}$ —1 sekunda, výj. mečně 6 sekund. Z toho vyplývá, že dráha hlubokého šijového reflexu je multisynaptická.

Aferentním ramenem reflexního oblouku jsou kloubní aferenty v zadních kořenech C1—C3. Prokázali to McCouch a spol. (1951) u decerebrovaných koček tak, že zpřetrhali u některých zvířat všechny svalové a kožní větve extra vertebrálně, pod spinálními ganglii C1—C3 (reflexy zůstaly zachovány), u některých zvířat intravertebrálně, nad spinálními ganglii (reflexy nebyly dále výbavné). Předpokládá se, že vysílačem odpovědným za hluboký šíjový reflex jsou pomalu se adaptující mechanoreceptory v atlantookcipitálním a atlantopostrojeálním kloubu (Boyd a Silver, 1953). Frekvenční kmitočet těchto zakončení je proporcionální danému postavení kloubu, tj. stupni deviace hlavy, a kolísá mezi 10 až 40 impulsy/sec: jednoduchá a Ruffiniho keřkovitá zakončení, obr. 42, 43, 44.

Eferentním ramenem reflexního oblouku jsou motoneurony, a to zejména extenzorové, které jsou změnou postavení hlavy mnohem více a mnohem stálěji aktivovány než flexorové, na které změna hlavy často vůbec nepůsobí (Ehrhardt a Wagner, 1970). Analogicky se v závislosti na postavení hlavy decerebrovaného zvířete mění aktivita vřeténka extenzorového svalu (Eldred a spol., 1953): alpha-gamma linkage podobná jako u polohového labyrintového reflexu.

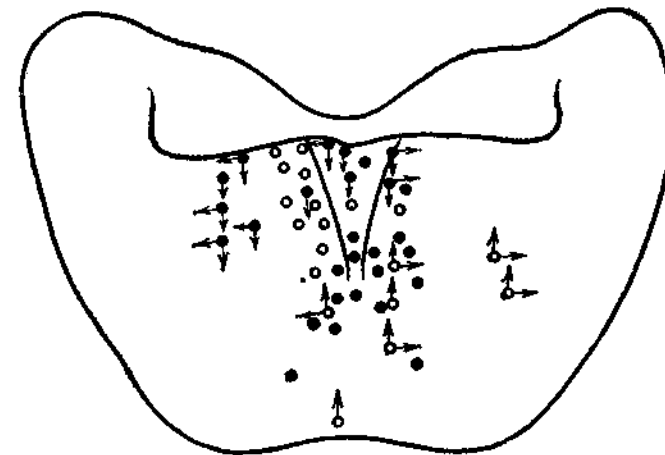
Není přesně známo, jak je hluboký šíjový reflex řízen potom, co vystoupí zadním kořenem do míchy a před tím, než je aktivován motoneuron. Protože je zachován i po přidatném přetržení míchy ve výši C1—C2, není nutně závislý na jádrech zadních provazců a není tudíž veden dlouhými drahami. Z toho vyplývá, že je organizován šedou míšní hmotou ve výši C2—C7 (ve výši C5—C6 je maximum motoneuronů pro svaly ramenního pletence a pro flexory loketního kloubu, ve výši C7 je maximum motoneuronů pro extenzory loketního kloubu, které jsou uhlavními efektory bezpodmínečně realizovaného reflexu u decerebrovaného zvířete). Protože latence reflexu je neobyčejně dlouhá — několik set m/sec — a protože aktivace motoneuronů se zvětšuje postupně během změny postavení hlavy („movement period“), soudíme, že hluboký šíjový reflex je multisynaptický a pokud není proveden přidatný řez mezi prodlouženou míchou a C2, je na synapsích kontrolován jinými reflexními okruhy. Protože během změněného postavení hlavy („position period“) aktivace motoneuronů postupně vyhasíná (Ehrhardt a Wagner, 1970), soudíme, že mezi horním oddílem krční míchy C2—C4, kde je generován, a dolním oddílem C5—C7, kde je realizován, podléhá adaptaci a inhibici.

Horní oddíl krční míchy C2—C4 je jinak organizován než úsek dolní, kde je krční intumescence s motoneurony pro horní (přední) končetinu i jinak než bederní intumescence s motoneurony pro dolní, zadní končetinu. Ve výši C2—C4 nebyly monosynaptické reflexy prokázány vůbec a segmentové reflexy jsou vesměs slabé. Z toho vyplývá větší závislost segmentů C2—C4 na dlouhých drahách, které umožňují vstup různých senzoričeských modalit (Abrahams a Richmond, 1978). Motoneurony C2—C4 slouží pohybům hlavy. Jejich spojení s vláskovými buňkami labyrintu je disynaptické, odpovědi v motoneuronech při dráždění primárních vestibulárních aferentů mají vysokou amplitudu a krátkou latenci (u kočky kolem 2,5 msec — Wilson a Maeda, 1974, Wilson a spol., 1977). Naopak ve výši C5—C7 jsou monosynaptické a segmentové reflexy výrazné. Motoneurony C5—C7 odpovídají na dráždění primárních vestibulárních aferentů méně a po delší, trisynaptické latenci (Maeda, a spol., 1975).

To vysvětluje, proč jsou o tolik výraznější polohové reflexy labyrinto-hlavové než labyrinto-končetinové.

Horní oddíl krční míchy C2—C4 má časná spojení s prodlouženou míchou a mozečkem. Každý ze zadních kořenů C1—C4 obsahuje vlákna, která končí v dolním mozkovém kmeni (Corb-u a Hansey, 1935). Základní aktivita vestibulárních jaderných i primárních aferentů u kočky se zvýší při bipolárním dráždění intervertebrálních kloubů C1—C3 (Wilson a Yoshida, 1939). Při dráždění spinálního ganglia C3 se objevuje odpověď ve flocculu s typickým profilem CF (climbing fibers — vstup do flocculu šplhavými vlákny), při dráždění ganglia C2 odpověď v nodulu s profilem MF (mossy fibers, vstup mechovými vlákny, Wilson a spol., 1975). Tyto odpovědi zanikají po přetržení spinocerebelárních drah (Maeda a Ishii, 1978). Současně se změnou postavení hlavy se mění činnost některých neuronů retikulární formace prodloužené míchy a pontu (Duensing a Schaeffer, 1960). Při otočení hlavy jedním směrem se zvyšuje, při otočení druhým směrem snižuje (Duensing a Schaeffer, 1961). Ty samé neurony reagují analogicky na vestibulární dráždění, což dokazuje konvergenci impulsů podobně, jak nastává ve vestibulárních jádrech a princip volně opakovaných kombinací, zaručující vysokou citlivost a operativnost polohových reflexů vzhledem k poloze i k pohybu. Neobyčejně zajímavá je skutečnost, že v sousedství těchto vestibulárních neuronů, které zvyšují aktivitu při pasivním přemístění hlavy, jsou lokalizovány neurony, jejichž dráždění chronicky zanořenou elektrodou aktivuje motoneurony sloužící pohybu hlavy opačným směrem (Duensing a Schaeffer, 1961, obr. 107).

To vysvětluje, proč je při pohybové rehabilitaci nutná aktivní součinnost nemocného. Fenomény reciproční inervace a následně indukce (pohyb jedním směrem je facilitován počátečním přetažením opačným směrem) mají nejen míšní reprezentaci a segmentové uspořádání, ale jsou kontrolovány nadřazenými supraspinálními vlivy. Pasivní přemístění hlavy nemocného v určité poloze



Obr. 107. Topografická reciprocity aktivovaných a aktivujících neuronů retikulární formace prodloužené míchy (podle Duensinga, 1961)

Kroužky bez šipek: neurony aktivované pasivním pohybem hlavy:

○ — neurony aktivované předklonem, ● — neurony aktivované záklonem.

Kroužky se šipkami: místa při jejichž dráždění byl vzrušen pohyb hlavy ve směru šipky. ↑ — záklon, ↓ — předklon.

má jiný supraspinální význam než volní zaujetí stejného postavení hlavy. Jestliže hlava nemocného v poloze vleže na zádech je podepřena podložkou, vzorek aktivity ve spastických svalech je jiný než když hlava zaujímá aktivní předklon, zvláště proti odporu.

Po přetěti zadních kořenů C1—C3 vznikají degenerace Marchiho typu ve vestibulárních jádrech. Bylo popsáno, že jednotky Deitersova jádra zrychlují svou činnost při podráždění kloubních receptorů. Z toho 45 % těchto jednotek reaguje na pohyby krční páteře (Pompeiano, 1972). Po prokatnovém obstřiku zadních kořenů C1—C3 opice (Cohen, 1961, Igarashi a spol., 1969) i člověk (Hinoki a Kurusawa, 1965, Hinoki, 1974) ztrácí rovnováhu. Pomalá složka nystagmu, která je u labyrintektomovaných králíků výbavná pohybem hlavy (Neck Torsion Test), přestává být výbavná po přetěti míchy ve výši C1 (Philipszoon, 1962). Poruchy rovnováhy provázené spontánním nystagmem při poškozování krční míchy nádorem nebo akutním úrazem jsou v klinice známé a četná svědectví není třeba citacemi dokladat.

Oboustranné spojení mezi horním oddílem krční míchy C2—C4 a dolním mozkovým kmenem vysvětluje, proč je přenos signálu mezi zadními kořeny horního oddílu C2—C4 a motoneurony dolního oddílu C5—C7 modulován dalšími vlivy, proč hluboký šíjový reflex nastupuje po dlouhé latenci, proč při stabilizované změně postavení hlavy („position period“) motoneurony postupně ztrácejí aktivitu, a konečně také, proč je nestálý. Protože hluboký šíjový reflex nespĺňuje druhou podmínku reflexní akce Bizzioho a Ewartse, není pojem „reflex“ oprávněný, v názvu kapitoly je anteponováno adjektivum, tzv. a je doporučen pojem jiný.

Nestálost tzv. hlubokého šíjového reflexu vynikne, když laboratorní dráždění receptoru je nahrazeno přirozeným. Aktivita motoneuronu, registrována intracelulárně, se při pasivní změně postavení hlavy u decerebrované kočky mění velmi nestejně a s velmi rozdílnou latencí, 100—500msec (Ehrhardt a Wagner 1970).

Experimentální výsledky a klinické zkušenosti naznačují, že mechanismy tzv. symetrických hlubokých šíjových reflexů se liší od asymetrických, a proto bude o nich pojednáno odděleně, podle odlišné metodiky klinického výzkumu.

TVZ. SYMETRICKÉ HLUBOKÉ ŠÍJOVÉ REFLEXY — VLASTNÍ POZOROVÁNÍ

Hlavní otázka

Jaký je význam postavení hlavy v předklonu a záklonu pro množství a rozdělení aktivity v extenzorových a flexorových svalech dospělého člověka?

Předpoklady

- stejně jako u polohových reflexů labyrintových,
- vhodným závislým činitelem jsou aktivní změny postavení hlavy vzhledem k trupu. Předchozí prověření metodiky ukázalo, že pasivní změny postavení hlavy vyvolávají odpovědi mnohem méně výrazné nebo žádné.

Sestava

stejná jako u polohových reflexů labyrintových.

Metoda

Nemocný ležel na zádech a v extenzním postavení končetin tak, že měl lopatky na hraně vyšetřovacího stolu a jeho hlava spočívala na pojízdném stolku. Byla registrována aktivita 5 párů antagonistických svalů (Tab. 4) jemnými drátkovými elektrodami, u každého páru jednak v maximálním aktivním předklonu hlavy, jednak v maximálním záklonu. Při záklonu byl pojízdný stolek odsunut. Drátkové elektrody byly ponechány ve vyšetřovaných svalech. Po skončení registrace na zádech byl nemocný otočen na břicho. Při předklonech hlavy byl pojízdný stolek odsunut. Postupná registrace byla opakována a potom teprve byly elektrody vytaženy. Statistické zpracování bylo provedeno na základě součtu analogických hodnot v celé skupině.

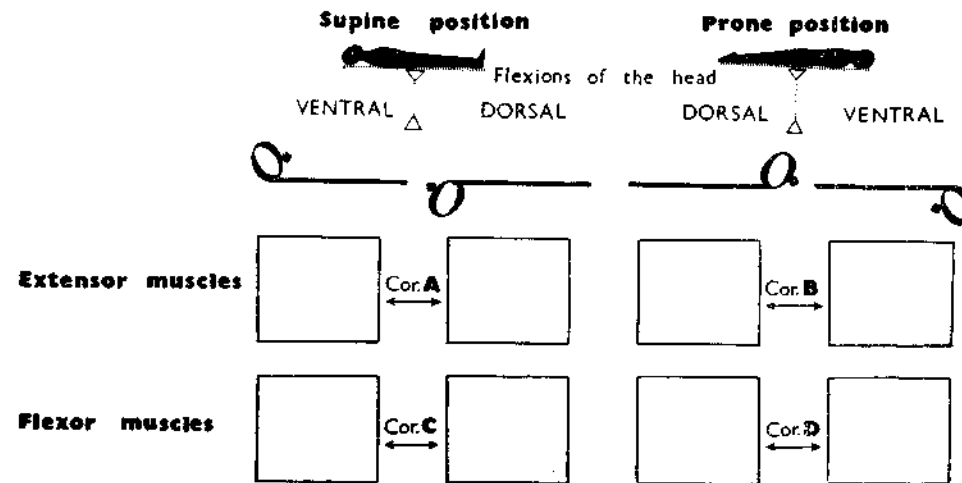
Výsledky

U každého měření byly určeny změny původního klidového objemu aktivity a byly odečteny na podkladě párové korelace součtů hodnot v celé skupině dle programů na obr. 108.

Extenzorové svaly

Korelace A. V poloze vleže na zádech s hlavou v předklonu byl objem základní aktivity zvýšen v 21 %, snížen v 39 % a nezměněn ve 40 % měření (při srovnání s hodnotami při záklonu hlavy).

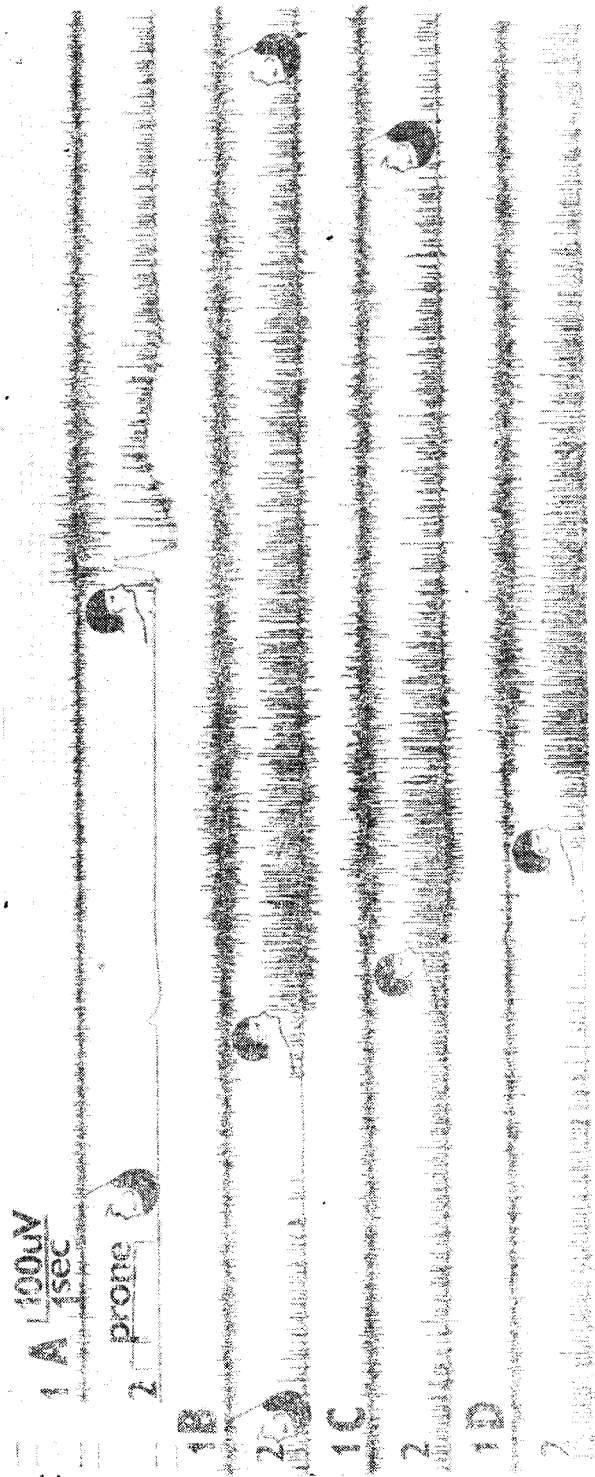
PROGRAM OF PAIRED CORRELATIONS OF THE SPASTIC MUSCLE ACTIVITIES IN DIFFERENT POSITIONS OF THE HEAD



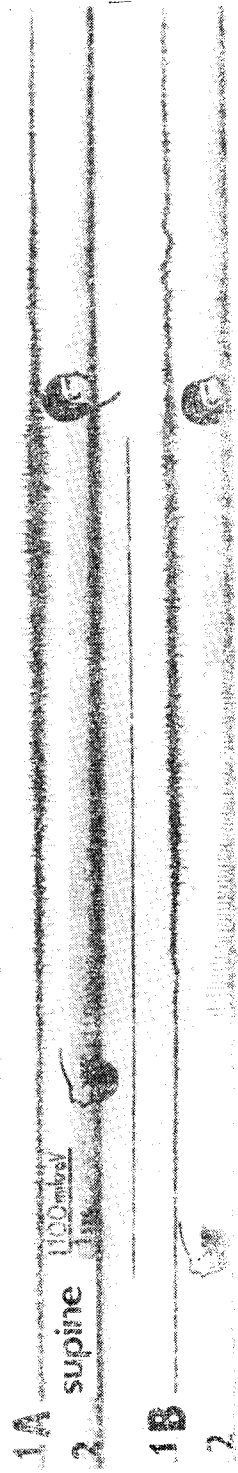
Obr. 108. Program párových korelací objemu klidové aktivity spastických svalů při různých postaveních hlavy

Supine position = poloha vleže na zádech. Prone position = poloha vleže na břicho. Flexion of the head ventral = předklon hlavy. Flexion of the head dorsal = záklon hlavy.

Cor. A — D = jednotlivé párové korelace objemu klidové aktivity měřené hromadně pro celou skupinu. Extensor muscles = objem klidové aktivity extenzorů. Flexor muscles = objem klidové aktivity flexorů.



Obr. 109. Zvýšení klíčov \acute{e} aktivity extenzorů vleže na břiše při záklonu hlavy. Nemocný se spastickou hemiparézou vlevo, stav po uzavěru a. carotis int. vpravo. M. biceps femoris (1), m. soleus (2) vlevo. A — D: kontinuální záznam. Drátkové elektrody. Záklony hlavy vzbudily zvýšení klíčov \acute{e} aktivity obou spastických svalů, předklony hlavy vzbudily snížení.

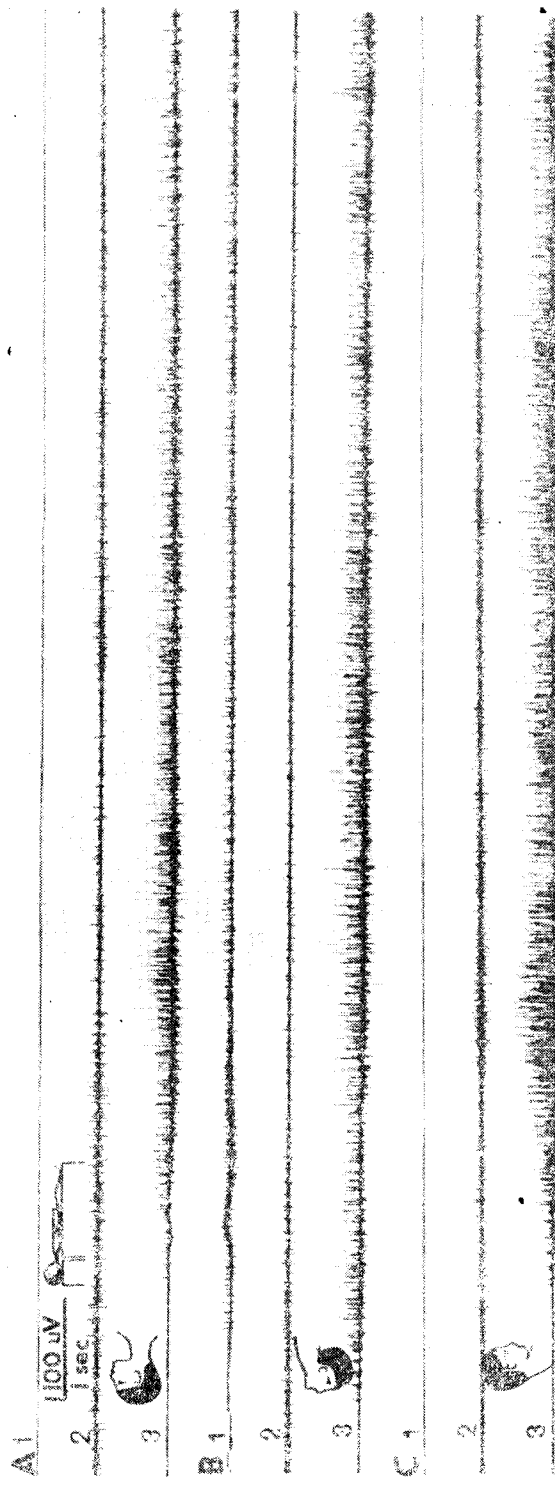


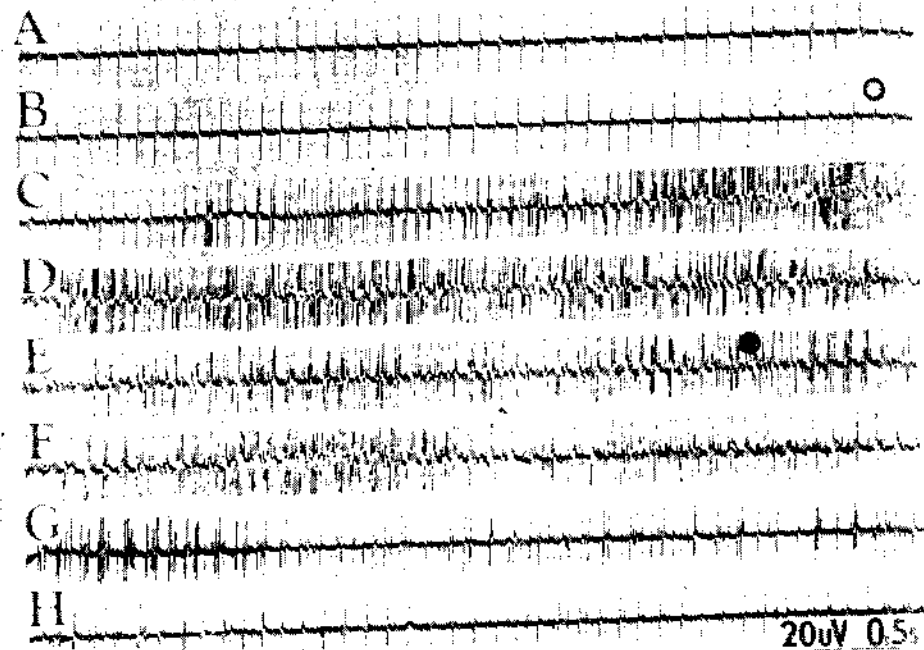
Obr. 110. Latence změny klíčov \acute{e} aktivity spastických svalů dolní končetiny při záklonu.

Nemocný se spastickou paraparézou po zlomenině obrátle Th I, vleže na zádech. Drátkové elektrody v m. rectus femoris (1) a v m. biceps femoris (2). A — B: pokračující záznam. Záklon hlavy (značeno úsečkou), vzbudil aktivaci obou svalů. Při prvním testu (A) byla latence kratší než 1 sec, při druhém testu (B) delší než 2 sec.

Obr. 111. Latence a postupný rozvoj odpovědi při použití Valsalvova manévru a změny postavení hlavy

Nemocný s jednostrannou hemiparézou, stav po resekcí gliomu ve frontotemporální krajině vpravo. Poloha vleže na zádech, drátkové elektrody v m. soleus (1), m. tibialis ant. (2) a m. rectus femoris (3). Klíčov \acute{e} záznam. A — Valsalvův manévru, B — záklon hlavy, C — předklon hlavy.





Obr. 112. Facilitační vliv aktivního předklonu hlavy na klidovou aktivitu flexoru kyčle vleže na zádech

Nemocný se spastickou hemiparézou vlevo, stav po evakuaci mozkového hematomu vpravo. Drátkové elektrody v m. rectus femoris vlevo.
 A, B — hlava volně položena na podložce. Výboje jedné motorické jednotky;
 C — hlava aktivně předkloněna. Zrychlení výbojů aktivní jednotky a nábor dalších jednotek;
 D, E — hlava zůstává předkloněna, sval zůstává aktivní;
 F, G, H — velmi pomalé vyhasínání aktivity m. rectus femoris po návratu hlavy na podložku.

○ — předklon hlavy,
 ● — návrat hlavy na podložku.

Korelace B. V poloze vleže na břiše s hlavou v záklonu byl objem základní aktivity zvýšen v 85 %, snížen v 5 % a nezměněn v 10 % měření (při srovnání s hodnotami při předklonu hlavy) — obr. 109.

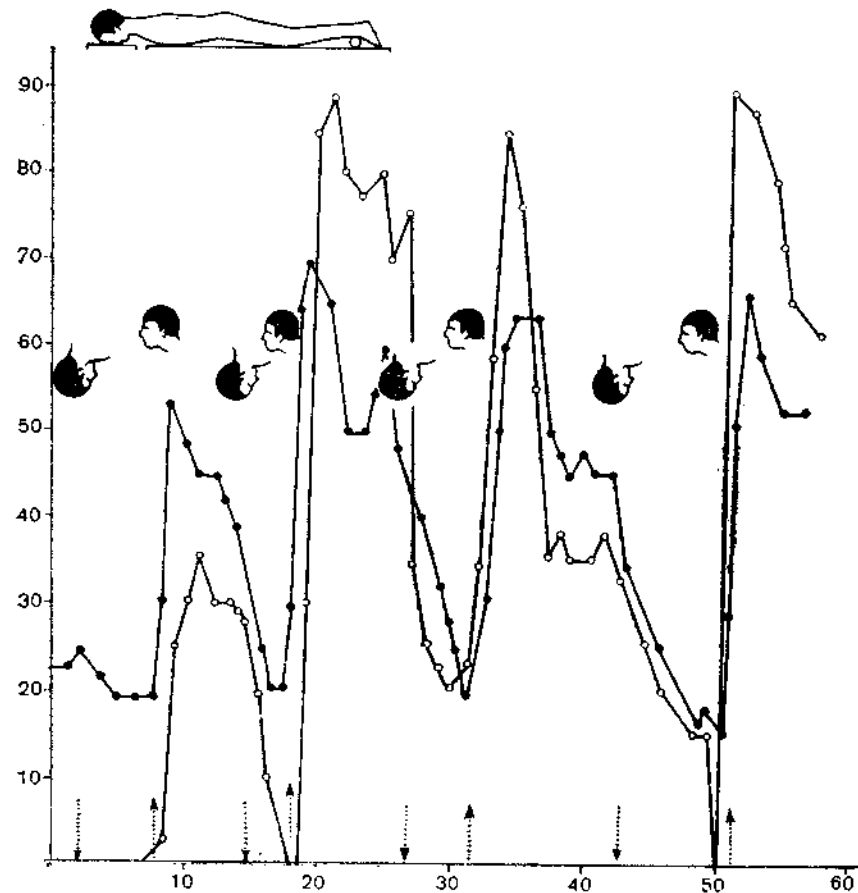
Flexorové svaly

Korelace C. V poloze na zádech s hlavou v předklonu množství bylo zvýšeno v 71 %, sníženo v 7 % a zůstalo nezměněno ve 22 % měření (při srovnání s hodnotami při záklonu hlavy).

Korelace D. V poloze vleže na břiše s hlavou v záklonu množství aktivity bylo zvýšeno ve 28 %, sníženo ve 30 % a nezměněno ve 42 % měření (při srovnání s množstvím při předklonu hlavy).

Souhrn výsledků

1. Významné zvýšení klidové aktivity spastických extenzorů ($t < 1\%$) bylo zjištěno v poloze vleže na břiše při záklonu hlavy (program B, obr. 109).
2. Významné zvýšení klidové aktivity spastických flexorů ($t < 5\%$) bylo zjištěno v poloze vleže na zádech při předklonu hlavy (program C, obr. 112).
3. Změny aktivity nastupovaly po velmi rozdílné latenci, která byla měřitelná v sekundách až desítkách sekund (obr. 110).
4. Změna aktivity se postupně vyvíjela a byla v EMG obraze charakterizována fenomény prostorové sumace (přibývání výbojů dalších motorických jednotek) a časové sumace (zrychlení výbojů motorických jednotek, obr. 111).

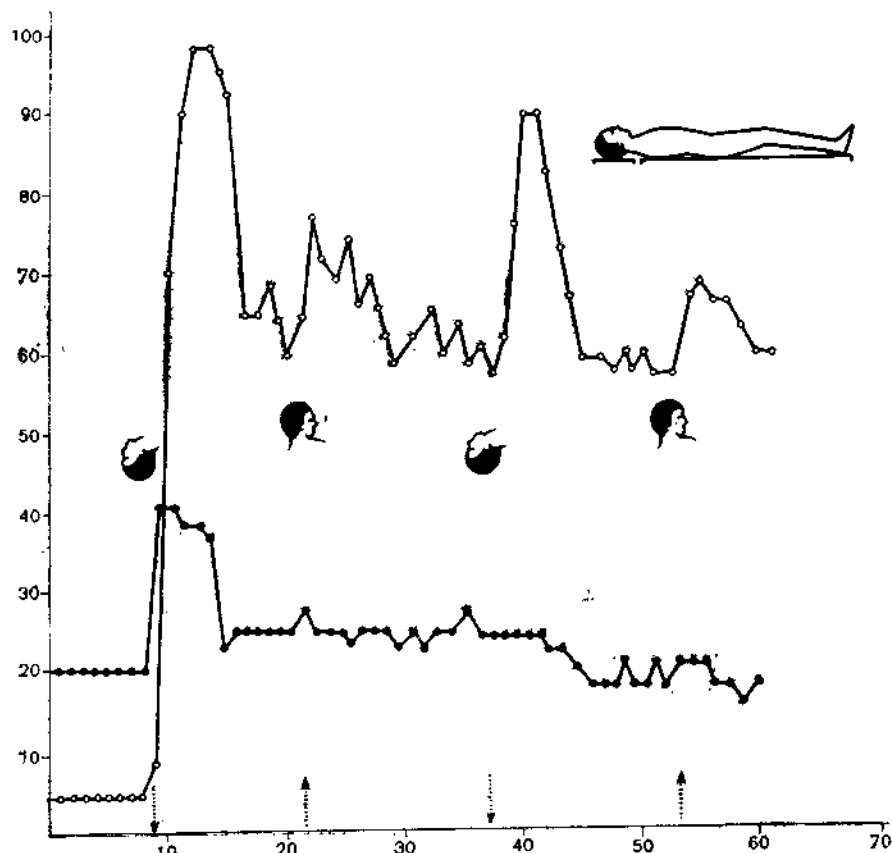


Obr. 113. Ústup odpovědi během změněného postavení hlavy

Nemocný po resekci parasagitálního meningeomu vlevo, spastická kvadruparéza s pravostrannou převahou. Poloha vleže na břiše, klidový záznam drátkovými elektrodami z m. semitendinosus ●—● a z m. solus ○—○ vpravo, integrováno. objem ve Vs na ordinátě, čas v s na abscise.

Záklon hlavy je spojen s rychlou iradiací aktivity v obou svalecth. V dalších sekundách, během přetrvávajícího záklonu hlavy se aktivace obou svalů snižuje. Během předklonu hlavy nastává další pokles aktivity. Test byl opakován bez známek vznikající habituace.

5. Změna aktivity nepřetržovala nezměněně po celou dobu předklonu nebo záklonu. Během několika sekund dosáhla maxima a postupně začala klesat (obr. 113). Když nenastal pokles k původní hodnotě již během změněného postavení hlavy, nastal po návratu hlavy do základního postavení. Výjimečně nenastal ani potom, ve svalu přetrvávala vysokovoltážní interferenční aktivita, končetina ztuhla v křeči, kterou nemocný nemohl přerušit. Tento přetrvávající následný výboj (*self-sustained after discharge*) nebyl kontrolován postavením hlavy a bylo možno jej přerušit jen změnou polohy těla na podložce (obr. 114). V některých případech byl vyjádřen příbuzný fenomén, zvrtný výboj (*rebound-effect*): rychlá výměna aktivity antagonistických svalů těsně po návratu do základního postavení hlavy.



Obr. 114. Přetrvávání odpovědi po ukončení změny postavení hlavy (*self-sustained after discharge*)

Nemocný po kraniocerebrálním poranění, levostranná hemiparéza. Poloha vleže na zádech, drátkové elektrody v *m.adductor longus* ○—○ a v *m.tibialis post.* ●—●. Integrovaný záznam, na ordinátě objem klidové aktivity ve Vs, na abscise čas v s. Před první změnou postavení hlavy byly oba svaly inaktivní. Po první změně do záklonu výrazná aktivace adduktoru a mírná aktivace *m.tibialis post.*, které se později jen částečně zmenšily a přetrvávaly nezávisle na předklonu hlavy.

6. Změny aktivity extenzorů a flexorů byly pro celou skupinu nemocných signifikantní, ale pro jednoho nemocného nikoliv zákonitě ani prediktivní (obr. 115).

Závěry. Technika vzpřímené hlavy

Při srovnání předložených výsledků s popisem symetrických hlubokých šíjových reflexů Magnuse a de Kleijna i pozdějších fyziologů a kliniků nejsou zřejmě žádné základní rozdíly. Aktivita extenzorů a flexorů se v závislosti na změně postavení hlavy určitým způsobem měnila.

Jaké jsou další poznatky?

a) ve změně postavení je důležitější složkou pohyb než zaujaté postavení hlavy;

b) aby vznikla výrazná odpověď spastických svalů, tento pohyb musí být aktivní. Při snížené volní kontrole, když nemocný byl unavený, ospalý nebo odmítal spolupráci, nebo když byl pohyb hlavy proveden pasívně, byly reakce oslabené;

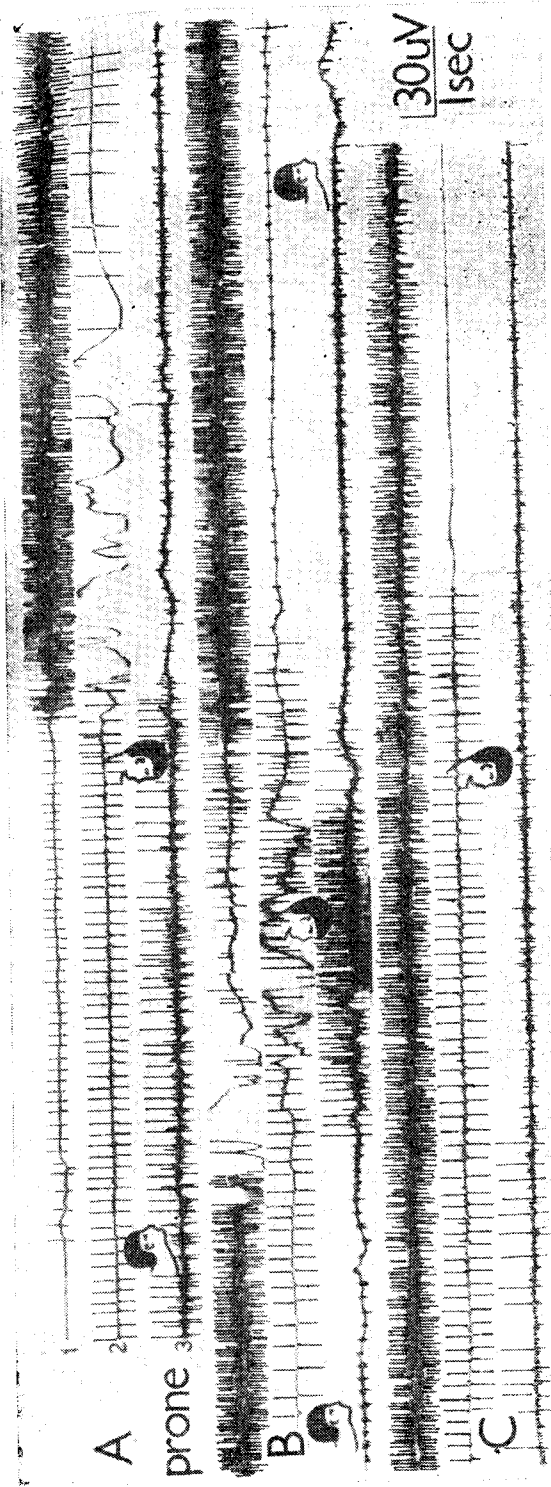
c) podnětný aktivní pohyb vychází ze šíjových svalů. Vedoucím svaem záklonu hlavy v poloze vleže na břicho jsou *mm. semispinales cervicis* (paravertebrální svaly šíjové), vedoucím svaem předklonu hlavy v poloze vleže na zádech jsou *mm. sternocleidomastoidei* a *mm. splenii* (Utsumi a spol., 1957, Stejskal, 1979);

d) pohyby hlavy, které u dospělého způsobují významné změny aktivity flexorů a extenzorů, směřují do vzpřímené polohy hlavy v prostoru. V poloze vleže na břicho je to záklon hlavy a v poloze vleže na zádech předklon hlavy. Vzpřímená poloha v prostoru odpovídá jednak obvyklé zrakové nazírací formě čtvernožců i člověka, jednak nejnižší aktivitě vláskových buněk labyrintu. Novorozený i dospělý čtvernožec, novorozený i dospělý člověk se snaží dosáhnout polohy hlavy, v níž je aktivita vláskových buněk utrikulů minimální (*labyrinto-hlavový reflex*, obr. 117);

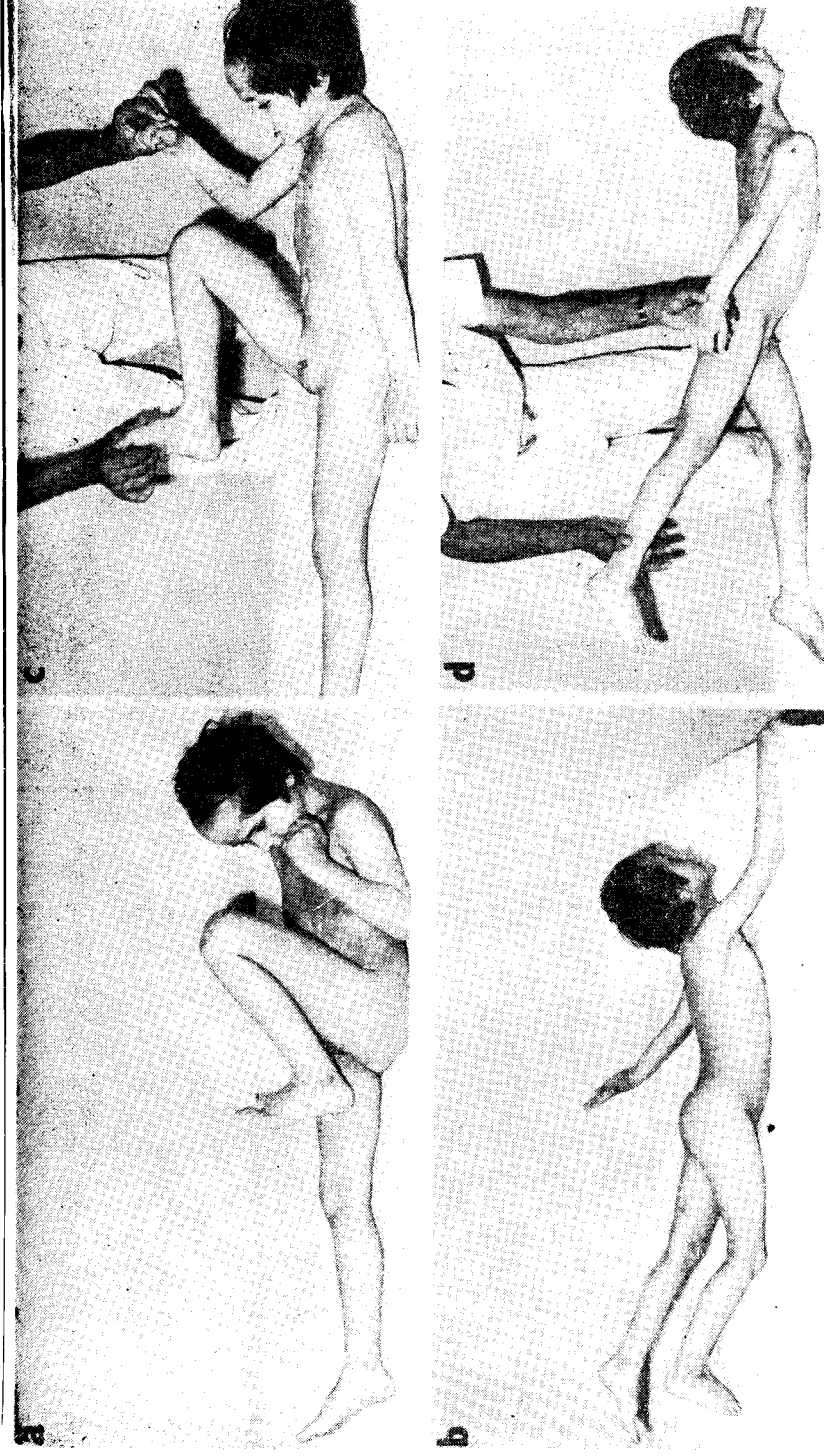
e) uvedené polohy a postavení hlavy způsobují velmi stereotypní hybné odpovědi, takže u dospělého lze definovat dva základní polohové a pohybové vzorky. Poloha vleže na břicho a postavení hlavy v záklonu facilituje extenční aktivitu (obr. 118). Poloha vleže na zádech a postavení hlavy v předklonu facilituje flexní aktivitu. Byly definovány již dříve, na podkladě jiných zkušeností (Hoff a Schilder, 1927, Peiper a Isbert, 1927, Peiper, 1956, obr. 116). Oba vzorky jsou vhodným podkladem pro volbu posturálních situací v léčebné rehabilitaci (obr. 116).

Extenční pohybový vzorek se uplatňuje ve výdržích a ve finální fázi slovných pohybů. Je znám z fotografické dokumentace zejména gymnastů a skokanů do vody (obr. 119). Flexní pohybový vzorek charakterizuje stavy zvýšené pohybové pohotovosti, známe jej ze snímků atletů v počáteční fázi skoků, vrhů, sprintérů na startu, lyžařských sjezdářů, atd. (obr. 120);

f) hybné odpovědi trupu a končetin nastávají mechanismem iradiace aktivity ze šíjových svalů. Variabilita, dlouhá latence, fenomény sumace, následné výboje a rebound-effect jsou známkami postupného šíření nervosvalového podráždění. Čím vyšší spastická hypertonie, tím slabší podnět stačí vyvolat pohybovou vlnu. „Čím vyšší je stupeň hypertonie, tím vyšší je koeficient iradiace“ (Véle a Janda, 1964);



Obr. 115. Aktivace m.tibialis ant. vleže na břicho předklonem i záklonem hlavy. Nemocný se spastickou paraparézou po zlomenině obratle Th 8. Drátkové elektrody v m. tibialis ant. (1), m. rectus abdominis (2) a v hrudních paravertebrálních svalech (3). Pokračující záznam. První předklon hlavy (A) vzbudil silnou aktivitu m.tibialis ant., která se postupně mírně snížila, ale při záklonu hlavy (záček B) dočasně opět zvýšila. Nový předklon vedl k dočasnému vyhasnutí, ale během 4 sec nastala opět silná aktivace, která přetrvávala nezávisle na předklonech (B, C) i záklonech (C) hlavy.



Obr. 116. Návčik aktivních pohybů technikou vzpřímené hlavy

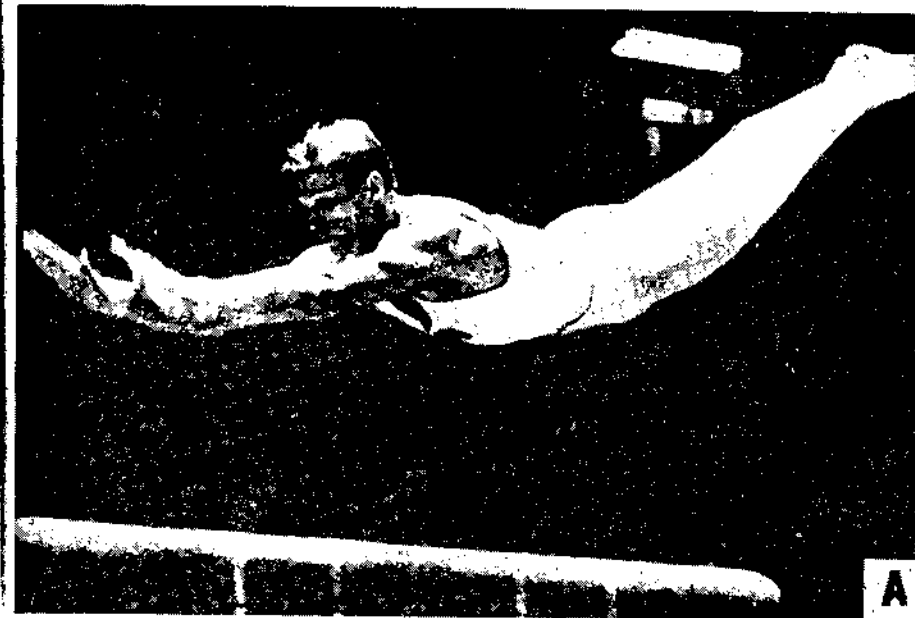
Stav po kraniocerebrálním poranění před 4 týdny, hemiparéza vpravo.

a — samostatná sdrúžená flexe zúravých končetin a hlavy vleže na zádech, b — návčik sdrúžené flexe hemiparetických končetin vleže na zádech; c — samostatná sdrúžená extenze zdravých končetin a hlavy vleže na břicho, d — návčik sdrúžené extenze hemiparetických končetin vleže na břicho.

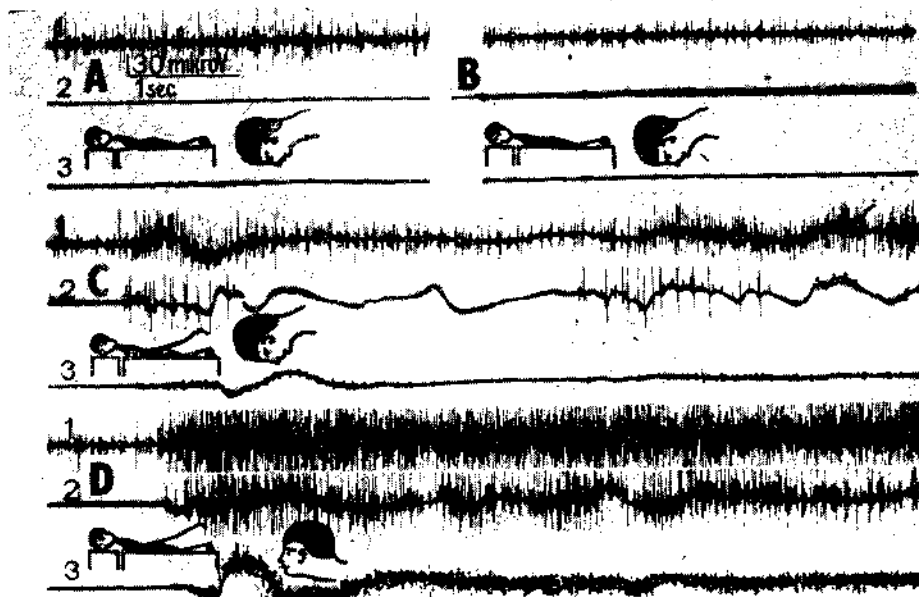


Obr. 117. Labyrinto-hlavový reflex novorozence

Hlava se snaží dosáhnout polohy utrikulárního minima a sakulární souměrnosti, tedy vzpřímeného postavení. Dolní končetiny v poloze na břiše se natáhnou, ve skutečnosti méně než na idealizované kresbě Hoffa a Schildera (1925).



Obr. 119. Extenční pohybové vzorky ve vrcholném pohybovém úsilí



Obr. 118. Facilitace extenčního pohybu dolní končetiny vleže na břiše záklonem hlavy. Nemocný se spastickou paraparezou dolních končetin, 8 měs. po vyprázdnění epidurálního abscesu ve výši Th 6. Drátkové elektrody v m.semitendinosus [1], m.soleus [2] a m.gluteus max. [3].

A, B — klidový záznam, hlava volně na podložce;
 C — hlava zůstává položena, při pokusu o sdužený aktivní extenzi dolní končetiny nastala mírná aktivace vedoucích svalů;
 D — nemocný nacvičuje sdužený extenční pohyb současně se záklonem hlavy; silná aktivace vedoucích svalů.



Obr. 120. Flexní pohyby ve vzorky ve vrcholném, pohybovém úsilí



g) aktivní změny postavení hlavy a iradiace podráždění je možno léčebně využít k nácviku hybnosti v paretických, ne však v plegických stavech. Kde je volní kontrola částečně zachována, setkávají se mimovolní změny s volními, jsou jimi částečně kontrolovány a pokud je zvolena výhodná posturální situace [e], mohou volní pohyb facilitovat a tak přispět k jeho upevnění. Kde je volní kontrola zaniklá, tam vyvolá změna postavení hlavy buď vždy stejnou pohybovou odpověď, nebo nepředvídaný mimovolní pohyb (automatismus).

Souhrn

1. Tzv. symetrické hluboké šíjové reflexy u dospělého spastického nemocného mají multisynaptickou charakteristiku. Nastává iradiace ze šíjových svalů do svalů trupu a končetin.
2. Když je volní kontrola spastických svalů částečně zachována, může být posílena vhodnou změnou postavení hlavy, a to zejména v určité poloze těla. Záklon hlavy v poloze vleže na břiše je doporučen jako manévr pro posílení extenčních pohybových vzorků. Předklon hlavy v poloze vleže na zádech je doporučen pro facilitaci a posílení flexních pohybových vzorků.
3. Když je volní kontrola spastických svalů zaniklá, při úplné hemiplegii nebo u transverzální míšní léze, je změna postavení hlavy pro použití v rehabilitaci neúčinná.
4. Protože odpovědi spastických svalů na změnu postavení hlavy vzhledem k trupu chybí uniformita, nejedná se o nepodmíněnou reflexní akci (s.127) a pojem „symetrický hluboký šíjový reflex“ má být nahrazen vhodnějším „hybné odpovědi na změnu postavení hlavy“.

TZV. ASYMETRICKÉ HLUBOKÉ ŠÍJOVÉ REFLEXY — VLASTNÍ POZOROVÁNÍ

Hlavní otázka

Jaký je význam rotačního postavení hlavy pro množství a rozdělení aktivity v abduktorech a adduktorech horní končetiny u dospělého člověka?

Předpoklady

- a) vhodnými objekty pro pozorování jsou zdravé osoby a spastičtí nemocní s předpaženými horními končetinami, kdy lehká statická inervace zvyšuje pohotovost k mimovolním motorickým akcím (*Hoffjův-Schilderův manévr*);
- b) vhodnou technikou je elektromyografie se záznamem aktivity svalů zapojených do statické inervace, tj. *abduktorů a adduktorů paží*. Rozdíly v míře hypertonie a oslabení nejsou mezi abduktory a adduktory u spastických nemocných tak velké, jako mezi flexory a extenzory. Sledování vlivu postavení hlavy na flexory a extenzory u hemiplegiků je zatíženo chybou vyšší míry spasticity ve flexorech a vyšší míry parézy v extenzorech horní končetiny (Psakí a Treanor, 1956);
- c) vhodným závislým činitelem jsou aktivní rotace hlavy. Je vhodné ponechat zrakovou aferentaci a přiblížit tak vyšetřovací podmínky rehabilitační praxi. V tomto ohledu se podmínky lišily od metody Hellebrandtové a spol. (1962).



Obr. 121. Hoffův-Schilderův manévř u zdravé osoby bez vyloučení zrakové kontroly. Pohled zepředu

a — mírná rotace hlavy doleva. Přidružená mírná rotace trupu doleva a úchylnka předpažených horních končetin doleva; b — výrazná rotace hlavy doleva. Nastoupila protrakce levého ramene, rotace trupu doprava a úchylnka předpažených paží doprava. Pohybový vzorek ve smyslu hlubokého šijového reflexu byl potlačen pohybem nutným k zajištění optické fixace.



Sestava

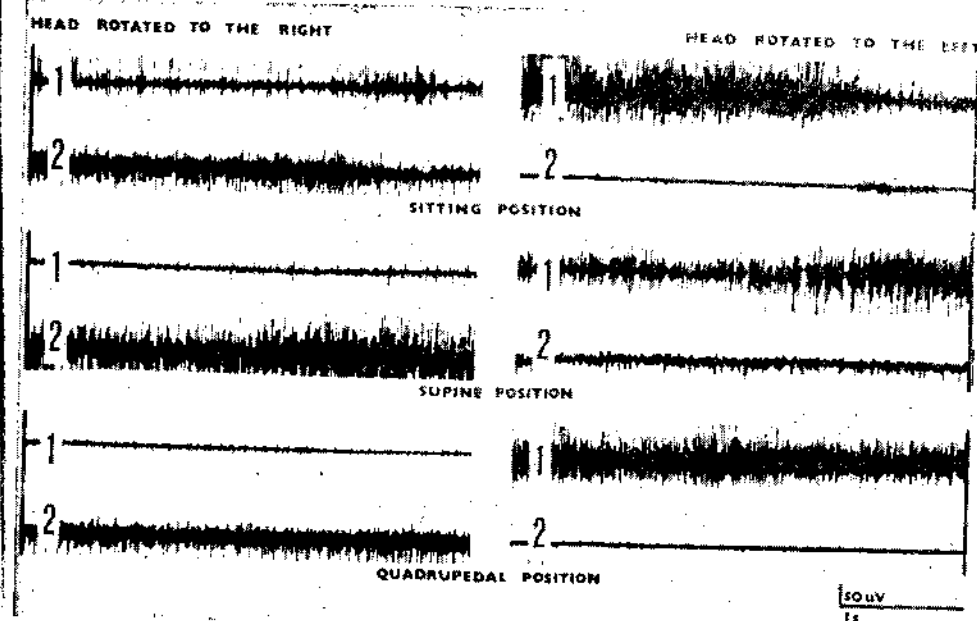
Bylo vyšetřeno 27 dospělých nemocných (18 se spastickou hemiparézou, 9 s omezeným rozsahem pohybu v rameni různého původu) a 8 zdravých instruktořek LTV.

Metoda

Hoffův-Schilderův manévř byl prováděn vsedě, vstoje a v některých případech vleže na zádech a na všech čtyřech. Byla snímána EMG aktivita m. pectoralis maior (adduktor paže), m. deltoides pars media a m. supraspinatus (abduktory paže).

Smysl testu nebyl vyšetřovaným znám. K rotačnímu pohybu a setrvání v rotačním postavení nebyli vyzváni přímo, nýbrž dvěma druhy nepřímých příkazů:

— podívat se na cíl umístěný 60° vpravo od střední čáry a nespouštět z něj oči po dobu 30 sekund. Pak odpočinek 30 sekund. Pak totéž vlevo. Pohled byl vždy provázen rotací hlavy ve směru deviace pohledu,



Obr. 122. Aktivace svalů pažního pletence při deviaci očí a hlavy se zaostřením objektu 135° od střední čáry

Nemocný se spastickou kvadruparézou po míšní kompresi výhřezem ploténky C5, stav po extirpaci výhřezu.

Head rotated to the right = deviace očí a hlavy doprava, Head rotated to the left = deviace očí a hlavy doleva. Klidový záznam z předpažených horních končetin z abduktoru pravé paže (m. supraspinatus, 1) a z adduktoru pravé paže (m. pectoralis maior, 2). Drátkové elektrody. Sitting, supine, quadrupedal position = poloha vleže na zádech, vsedě a na všech čtyřech.

Aktivace vedoucích svalů odlišná od nálezu obvyklých při Hoffově-Schilderově manévřu. Ipsilaterální aktivace abduktoru a kontralaterální aktivace abduktoru způsobují deviaci paží obrácenou než je hluboký šijový reflex.

— dívat se na cíl umístěný 135° od střední čáry vpravo, pak vlevo („podívejte se přes rameno“). Pohled byl vždy provázen výraznou rotací hlavy ve směru deviace pohledu.

Výsledky a jejich souhrn

1. *Mírná rotace hlavy.* Ve všech testech nastala současná mírná rotace trupu stejného směru s rotací hlavy a mírná stejnostranná deviace paží. Aktivace svalů nastala podle očekávání tak jako v Hoffově-Schilderově manévřu: zvýšení aktivity ve stejnostranném m. supraspinatus, snížení ve stejnostranném m. pectoralis maior (obr. 121 a).

2. *Výrazná rotace hlavy.* Stejnostranná rotace trupu, stejnostranná deviace paží a současně aktivace svalů podle Hoffova-Schilderova principu nastaly ve 38 % testů. *Kontralaterální rotace trupu a kontralaterální deviace paží nastala v 62 % testů.* V těchto případech byla aktivace abduktorů a adduktorů obrácená: snížení aktivity stejnostranného m. supraspinatus a zvýšení stejnostranného m. pectoralis maior (obr. 121 b, 122).

a) Při srovnání testů Hoffa a Schildera a Hellebrandtové s předloženými, jsou zřetelné rozdíly v metodice i ve výsledcích. Metodický rozdíl spočíval v zachovaném zrakovém vnímání našich vyšetřovaných osob. Podmínky vyšetření byly tak bližší obvyklým podmínkám léčebné tělesné výchovy i pohybu vůbec.

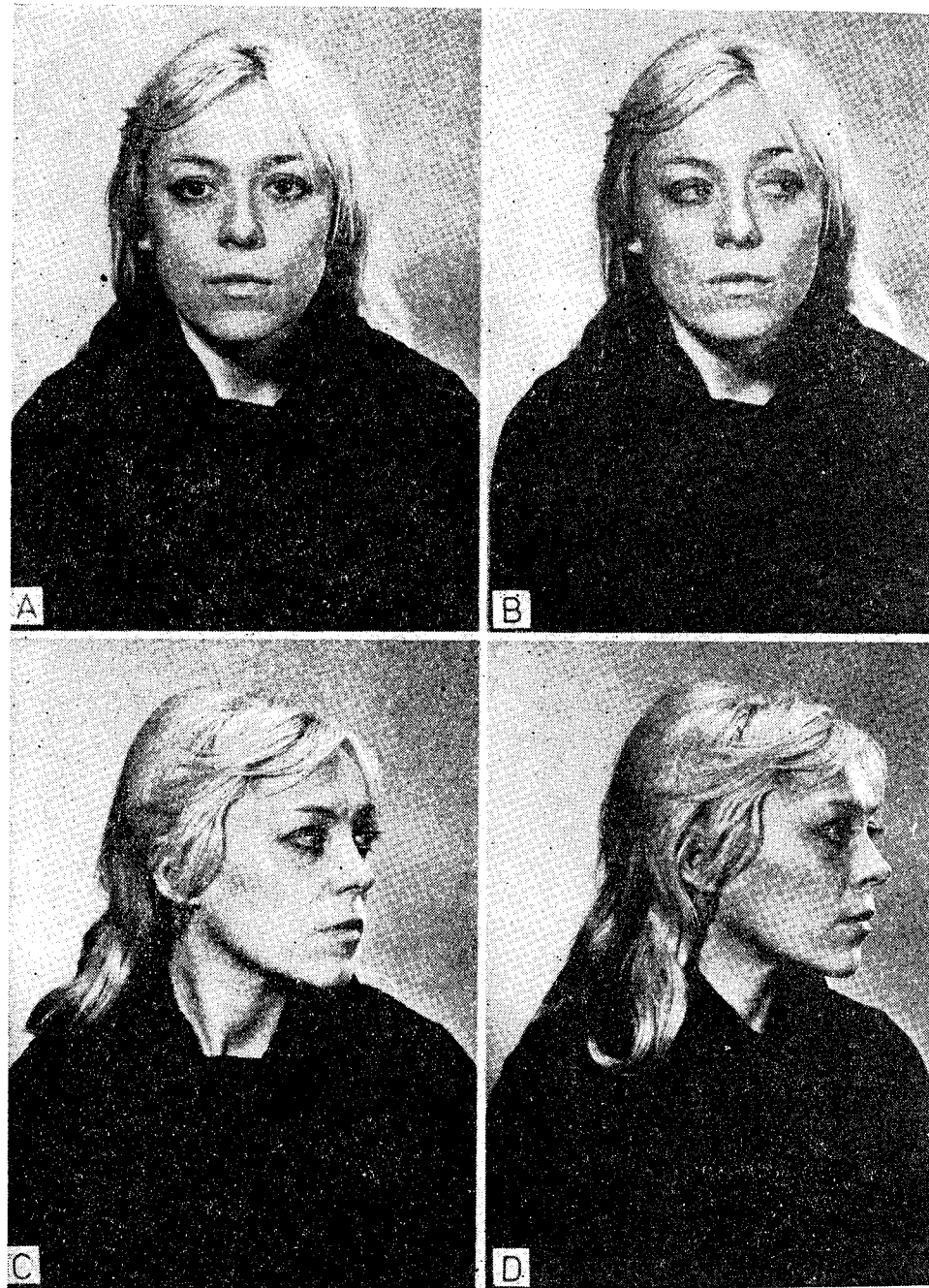
Protože optická aferentace u člověka je ze všech nejdůležitější, je třeba uvážit vztah pohledu k pohybu hlavy. Každá senzoričká buňka sítnice má určitou „okulomotorickou hodnotu“ (Kestenbaum, 1947) tím vyšší, čím je umístěna blíže místu nejostřejšího vidění, macula lutea. Také každý objekt v zorném poli má svou okulomotorickou hodnotu, která stoupá s jeho zajímavostí a přitažlivostí. Zaměření objektu, jehož obraz na periférii zorného pole je zachycen extrafoveálními buňkami periférie sítnice, je spojen se snahou umístit objekt v místě nejostřejšího vidění, tj. v centru sítnice na žluté skvrně. Proces optické fixace začne okulomotoricky, tj. pohybem očí směrem k zajímavému objektu (obr. 123 B). Tento pohyb očí je neobyčejně rychlý (300—700°/sec) a probíhá trhaně, v několika sakádách (proto se nazývá „sakadovaný pohyb“, Robinson, 1964, Westheimer, 1973, Krejčová, 1973).

Jen cíle mírně excentrické, 10—15°, jsou dosaženy jednou sakádou, u ostatních, které jsou více na okraji zorného pole, nastoupí s latencí 30—60 msec korekční sakády, které upraví postavení bulbů takovým způsobem, že je objekt umístěn na žlutých skvrnách obou očí. Sakády jsou odděleny pauzami 30—40 msec (Frost a Poppel, 1976). Proces optické fixace tím nekončí. Zasahuje nejen okohybné svaly (které otočí pohled směrem k objektu), šíří se do svalů šíjových (které otočí hlavu směrem k objektu, obr. 123 C). V šíjových svalech se první akční potenciály objeví asi za 160 msec po expozici světelného bodu na periférii zorného pole (Bizzi a spol., 1971), tj. asi za 24—40 msec potom, co skončí sakadované pohyby očí (Bizzi a spol., 1972) a objekt je už umístěn na žlutých skvrnách. Pohyb hlavy je plynulý. Pohyb hlavy směrem k pozorovanému objektu tedy není primární (Stroud a Burde, 1977), nýbrž sekundární, následuje až po pohybu očí!

Současné s pohybem hlavy začíná („kompenzační“) pohyb očí v očníchích zpět do středních postavení (obr. 123 C). Táto část optické fixace se nazývá „oční centrace“ (centering reaction, Bender, 1955) a je provázána známkami prudce zvýšené bdělosti, probouzeckí reakcí. Vše probíhá neobyčejně rychle. Jde o orientační reakci, která má pro organismus životně důležitý význam.

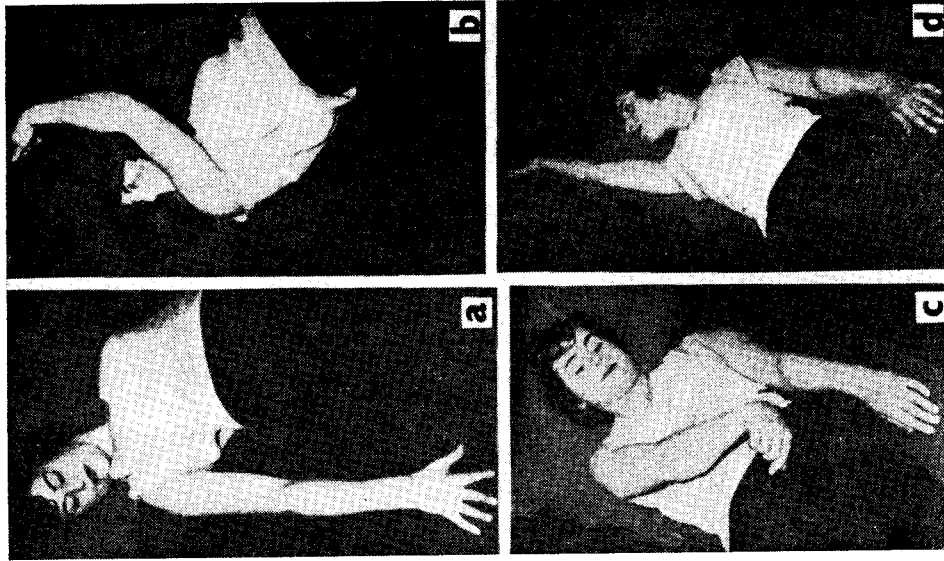
Deviace očí ovlivní nejen svaly šíje, nýbrž také končetiny a trup (obr. 123 D). Každá deviace hlavy má za následek měřitelnou odpověď svalů trupu a horních končetin (Tokizane a spol., 1951). To byla asi jedna z příčin, která vedla Simonse v roce 1923, že už tenkrát zdůraznil tuto závislost výrokem „v asymetrických hlubokých šíjových reflexech hlava vede a končetiny následují“ — ale správnější je jiný výrok — „oči vedou a končetiny a trup následují“. Wells (1944) se domníval, že vazba mezi optickou aferentací a odpověď horních končetin je způsobena tím, že při rotaci hlavy doprava nebo při ozáření očí z levé strany se zvyšuje stupeň abdukce pravé paže mechanismem pozitivního heliotropismu, natáčením těla ke světlu — ale přesnější je tvrzení, že tělo se otáčí k objektu zrakové fixace.

Je to tedy především proces vidění a optické fixace, které při Hoffově a Schilderově manévru určují směr deviace paží. Když je sledovaný objekt málo vzdálený od střední čáry, stačí k centrační reakci očí mírná stejnostranná



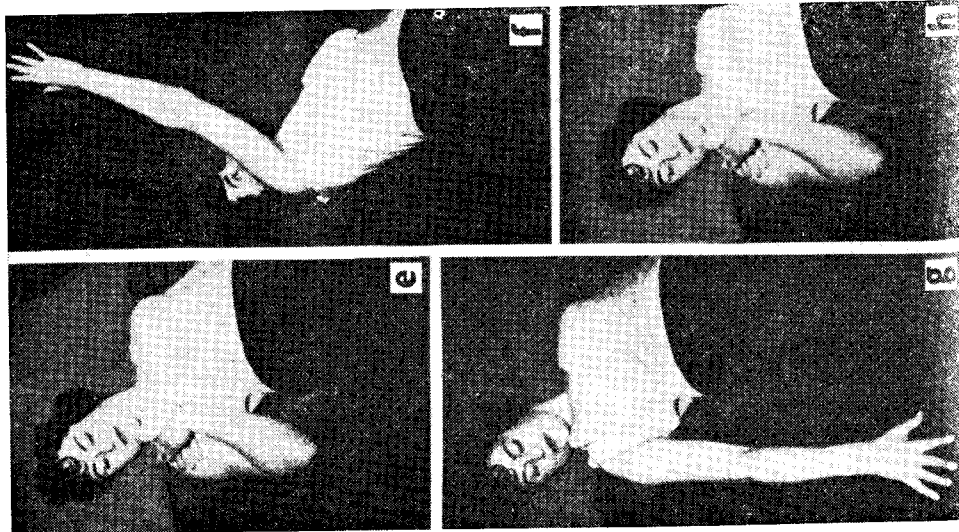
Obr. 123. Organizace sakadové deviace očí a hlavy

- A — příkaz k pohledu doleva,
- B — v první etapě samostatná sakadová deviace očí (30. — 160. msec),
- C — ve druhé etapě stejnostranná deviace hlavy a současně návrat očí do centračního postavení (po 160. msec),
- D — později stejnostranná deviace trupu.



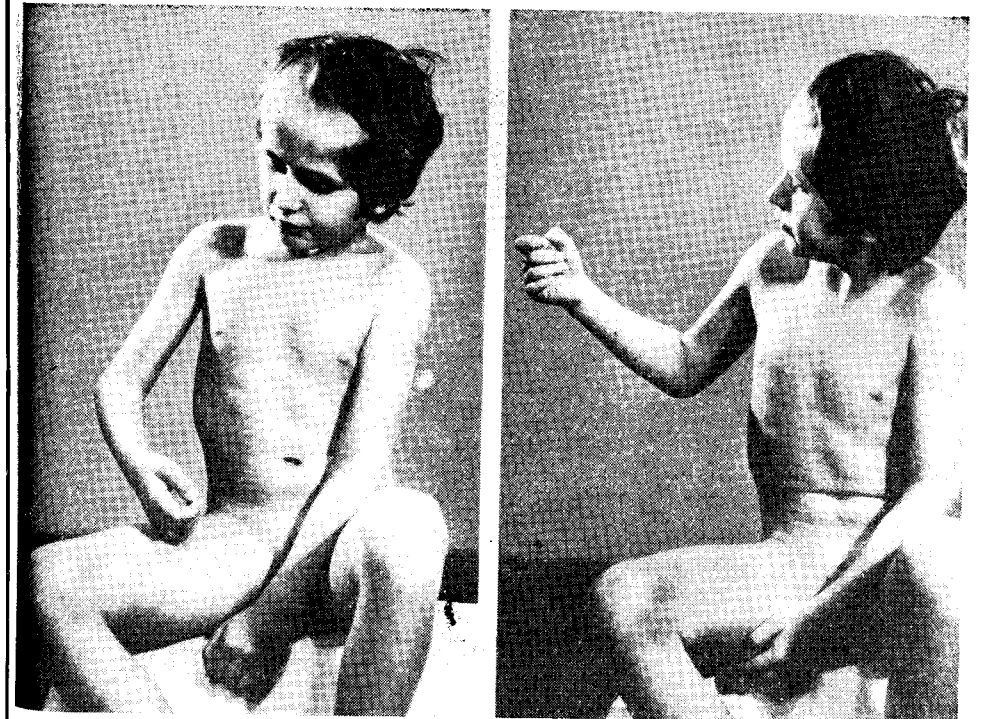
Obr. 124. Pohybový princip „pohled — ruka“ v léčebné tělesné výchově
Instruktorka LTV předvádí Karbatovy diagonály (podle Barcloughové, 1958). Současně lze demonstrovat princip „pohled — ruka“.

- a — I. diagonála, flekční vzorec, výchozí postavení,
- b — I. diagonála, flekční vzorec, konečné postavení
- c — II. diagonála, flekční vzorec, výchozí postavení,
- d — II. diagonála, flekční vzorec, konečné postavení,
- e — extenční a pronáční vzorec, výchozí postavení,
- f — extenční a pronáční vzorec, konečné postavení,
- g — flekční a supinační vzorec, výchozí postavení,
- h — flekční a supinační vzorec, konečné postavení.



rotace hlavy a trupu. Horní končetiny se uchýlí stejným směrem jako trup s pažními pletenci. Když je objekt vidění dislokován tak velmi, že k jeho optické fixaci je výhodnější protisměrná rotace trupu, uchýlí se horní končetiny opačným směrem. Je zřejmé, že u člověka zdravého i se spastickým typem hybného postižení mechanismy zrakové fixace jsou nadřazené asymetrickým hlubokým šíjovým reflexům. Když je to možné, oči a hlava sledují činnou ruku nebo nástroj, který ruka drží, nebo cíl akce, kterou ruka vykonává. Tento pohybový princip (pohybové principy jsou obecné normativy hybnosti), nazvaný „pohled — ruka“ (Stejskal, 1972) je vhodný k širokému použití v rehabilitaci (obr. 124). Aniž je nemocný poučen co má dělat, obrací oči s hlavou ke cvičené ruce (obr. 125). Tato přirozená synkinéza je už tečná zejména v počátečních fázích pohybové reedukace a nemá být potlačována, nýbrž posilována a využívána.

Ve vzorkování hybnosti zaujímají sdužené pohyby hlavy a horní končetiny přední místo; jsou poměrně stereotypní, velmi časté a zatím nejlépe poznány. Mnohé z nich neodpovídají Magnusovým a de Kleijnovým pravidlům; u intaktního psa a kočky se pozorují pohyby končetin sdužené s pohybem hlavy, které jsou uspořádány opačně (Roberts, 1967). U zdravého člověka jsou sdužené pohyby hlavy s ramenním pletencem („head-shoulder girdle linkage“) považovány za časté a obousměrné. Jednou začíná pohyb ze svalstva šíjového



Obr. 125. Návuk aktivních pohybů technikou „pohled — ruka“
Spastická hemiparéza vpravo po kraniocerebrálním poranění před 4 týdny. Samostatný návuk extenze a abdukce pravé horní končetiny: sdužení se stejnostrannou deviací očí a hlavy.

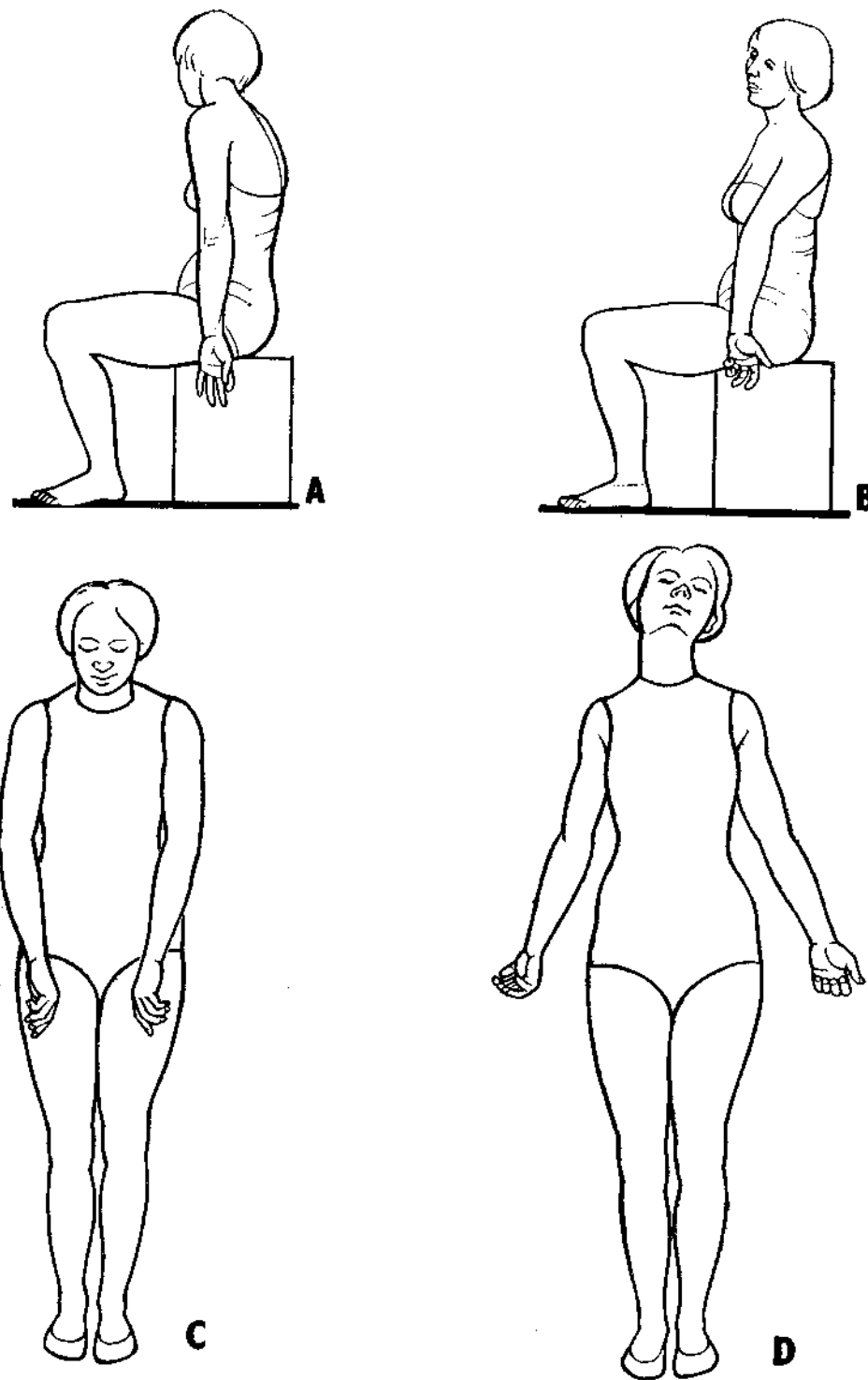
a rozšíří se do pletence, jindy obráceně. Zevní rotace paže se sdružuje se stejnostrannou rotací hlavy, vnitřní rotace paže s druhostrannou rotací hlavy, protrakce ramen s předklonem hlavy, retrakce ramen se záklonem hlavy (Waterland a Munson, 1964, obr. 126). Podobně sdružené vzorky hlavy se svalstvem pažním: extenze lokte se pojí se stejnostrannou rotací hlavy, flexe lokte s druhostrannou rotací hlavy (Latimer, 1953), předklon s oboustrannou flexí, záklon s oboustrannou extenzí (obr. 127). Extenze zápěstí je silněji ještě je spojena se stejnostrannou rotací hlavy, obráceně flexe zápěstí (Hellebrandt a spol., 1950, 1956). Měřeno ergograficky, je při záklonu hlavy oboustranná extenze loktů a zápěstí vydatnější než při předklonu hlavy, který jsou naopak facilitovány flexe horních končetin. V méně pevných vzorcích se pohyb hlavy sdružuje s pohyby dolních končetin.

Pohybové vzorky („patterns of muscular activity“, Gellhorn, 1947, „patterns of movements“, Paillard, 1960, „motor patterning“, Hellebrandt a Waterland, 1962) jsou nejjednodušší sdružené volní pohyby.

Akční vzorky („action patterns“) jsou složitější pohybové stereotypy. Například chůze nebo adverzivní reakce. Některé jsou vrozené, intuitivní. *Fixované akční vzorky*, „fixed action patterns“, (FAPs, Eibl-Eibesfeldt, 1970) mají komunikativní hodnotu. Neverbálním, mimoslovním pohybem a držením vyjadřují jasně smyslným způsobem (pro členy téhož druhu) nadřazenost a podřízenost, úmysl útoku a ústupu. Vzpřímený stoj se vztyčenou hlavou má jinou dorozumívací hodnotu než stoj se zdviženými rameny a hlavou sklopenou nebo odvrácenou (obr. 128). Některé fixované akční vzorky ztratily význam pohybový a získaly výhradně význam informační: rituály. V abnormálních, zejména dlouhodobě stressových situacích se mění v *abnormální rituály*, které se vyznačují výraznou stereotypií a často rytmicitou (kolébání medvědů, přecházení kolem drátů klece). Abnormální rituály se vyskytují i v pohybových poruchách člověka. Četné poznatky tohoto druhu byly získány u různých druhů včetně primátů, při sledování volně žijících zvířat i v uzavřených podmínkách, a v poslední době začaly být zpracovávány v klince.

Vzorkování pohybu není v žádném případě výrazem hlubokého šíjového reflexu. Pod pojmem „hluboký šíjový reflex“ je nutné rozumět výhradně a podmíněnou, bezpodmínečnou a konstantní odpověď, kterou jako primitivní hybný vzorek je možné vybavit u decerebrovaného čtvernožce. Naopak, vzorkování volní hybnosti, i když je velmi stereotypní, není reflexní. I když je název „(asymetrický) hluboký šíjový reflex“ v klinické terminologii užíván, z hlediska klinické neurofyzologie je třeba jej nahradit názvy příslušných principů a vzorků. Optická aferentace je v kontrole těchto pohybů neobvykle důležitá. Užívání pohybových principů a pohybových vzorků má v tělesné výchově i v léčebné tělesné výchově koordinační význam.

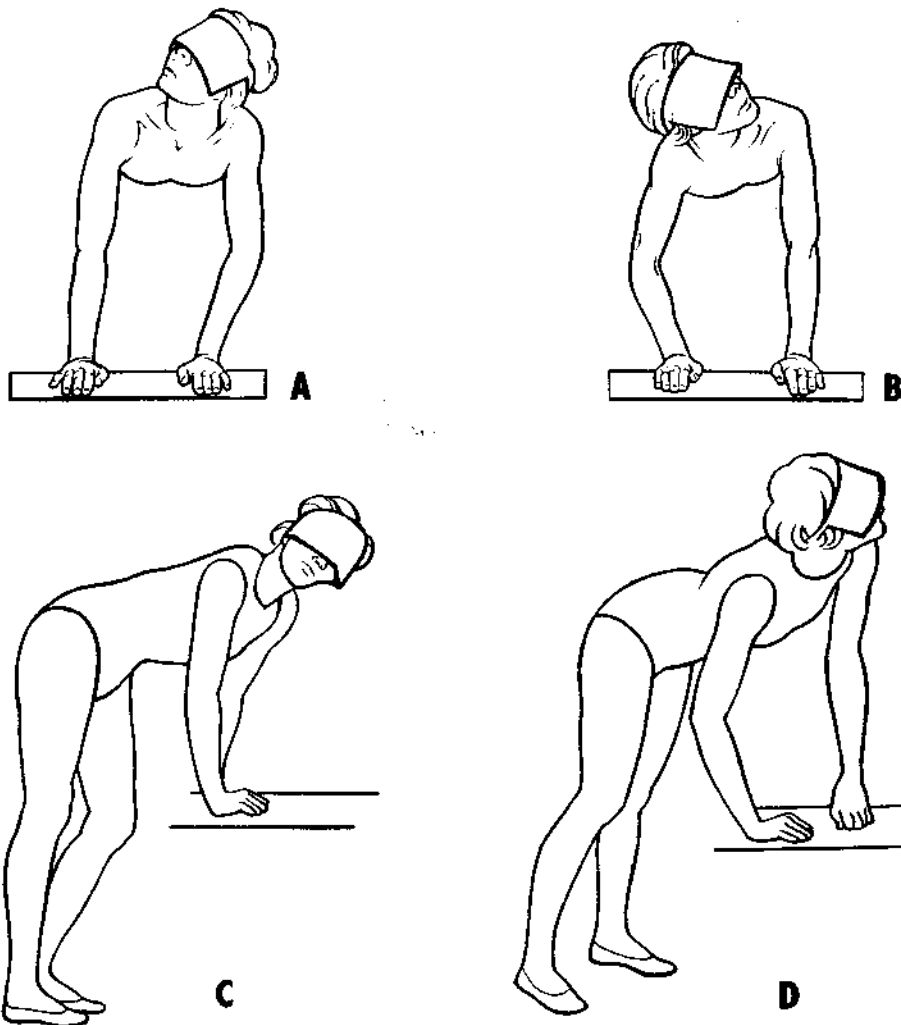
b) V popisech asymetrických hlubokých šíjových reflexů testovaných jinými autory jsou jiné metodické rozdíly. Nestálost odpovědí je však obdobná



Obr. 126. Vzorky sdružených pohybů šíje a ramenního pletence (podle Waterland a Munsonové, 1964)

- A — rotace hlavy + zevní rotace stejnostranné horní končetiny,
- B — rotace hlavy + vnitřní rotace druhostranné horní končetiny,
- C — předklon hlavy + vnitřní rotace obou horních končetin,
- D — záklon hlavy + zevní rotace obou horních končetin.

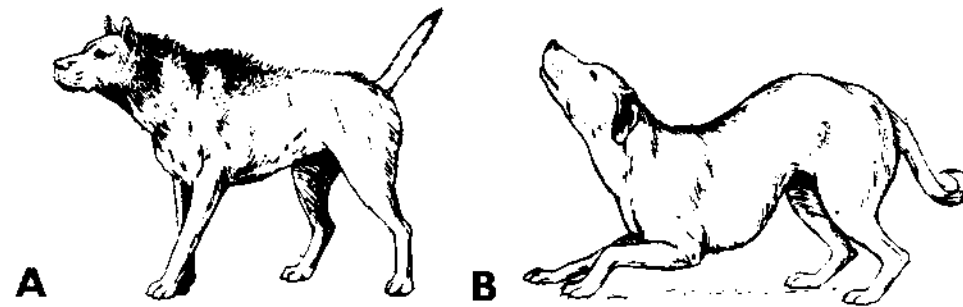
Ve všech polohových situacích je patrná závislost postavení horních končetin nejen na postavení hlavy, ale také na postavení horní části trupu a pletenců. Totéž platí pro obr. 127.



Obr. 127. Vzorok sdrúžených pohybů šije a končetin horních i dolních (podle H. H. Brandtové a spol., 1962.)

A, B — rotace hlavy + extenze stejnostranné + flexe druhostranné horní končetiny.
C, D — rotace hlavy + extenze stejnostranných + flexe druhostranných končetin.

Změny amplitudy natahovacích reflexů podle směru rotace hlavy jsou nestálé (Boccardi, 1954, Miřatský a Starý, 1959). Více je posilován šlachový reflex bicipitový než tricipitový. U prodloužovacích reakcí (réflexes d'étirement) nezjistili Pfeiffer a spol. (1969) u žádného z 11 dětí konstantní závislost integrované aktivity m. biceps a triceps brachii na směru rotace hlavy. Více byla posilována reakce m. triceps než m. biceps. Facilitační vliv postavení hlavy na flexní a extenční pohybový vzorek je však považován za nesporný (Pfeiffer, 1976). Velmi užívaná pro manifestaci tzv. asymetrických šíjových reflexů u hemiplegiků je *metoda synkinéz (souhybů)*.



Obr. 128. Ritualizované postavení hlavy s dorozumivacím významem (podle Marlera a Hamiltona, 1972)

A — vyhrožovací postoj (upright threat posture, Drohhaltung). Vzpřímené držení hlavy, centrační postavení očí, extenze končetin, naježené chlupy, slechy a prut vzhůru;

B — gesto pokory. Záklon hlavy, flexe končetin, schlíplé slechy, chlupy, uvolněný prut. Při příbuzné únikové reakci odvrácení očí a hlavy (deviace očí a hlavy).

Provede-li hemiplegik usilovný pohyb nebo pohyb proti odporu zdravou končetinou a současně drží hlavu otočenou k jedné straně, objeví se ve spastických končetinách synkinéza. Hodnotí se zejména ve spastické horní končetině, kde je (v lokti) buď flexní, nebo extenční. Směr rotace hlavy má určit, zda odpověď bude flexní či extenční. Souhyb je hodnocen jako hluboký šíjový reflex. Podle některých pozorování se asymetrické hluboké šíjové reflexy u hemiplegiků objevují výhradně při použití synkinéz (Walshe, 1923, Hoff a Schilder, 1925), „pouze výjimečně se hluboké šíjové reflexy vybaví bez synkinéz“ (Freeman a Morin, 1924). Jsou určité nesrovnalosti v nomenklatuře, někteří neoznačují jako synkinézu výsledný pohyb spastickou končetinou, nýbrž vyvolávací pohyb zdravou končetinou (Miřatský a spol., 1959). Mluví se též o navoděných změnách svalového tonu („induzierte Tonusveränderungen“, Goldstein a Riese, 1923, Goldstein, 1924 a, b), o automatických pohybech („automatische Bewegungen“), o přidružených pohybech („associated reactions“, Riddoch a Buzzard, 1921 a S. Brunnströmová, 1956), nebo o hemiplegických souhybech („hemiplegische Mitbewegungen“, Simons, 1923). Vyvolávacím pohybem může být sevření pěstí (Walshe, 1923), dřevěného koříku (Simons, 1923), abdukce nebo addukce paže proti odporu (Miřatský, 1959), tlak patou do podložky (Miřatský, 1959), ale také kašláni a smrkání (Simons, 1923). Jako vyvolávací manévry u hemiplegiků působí kašláni, ale zejména hluboké inspirium (Pollock a spol., 1955). Tytéž manévry, které vyvolávají souhyby hemiplegiků, způsobují zvýšení natahovacích reflexů (Fischer, 1958). Je zřejmé, že všechny *vyvolávací manévry mají společného jmenovatele. Jsou jim změny provázející Valsalvův pokus*. Při Valsalvově pokusu se zvyšuje klidová aktivita a tím i pohybová připravenost více v těch svalech, které jsou více hypertonické. V horní končetině hemiplegika jsou to obvykle flexory, které mají více vyjádřený hypertonus a jsou více disponovány k manifestnímu pohybu. Miřatský a spol. (1960) prokázali, že vyvolávací manévry posilují u hemiplegiků převážně flexní odpověď horní končetiny. Vliv na m. biceps brachii je mnohem větší než na m. triceps brachii. Sevření zdravé ruky v pěst někdy vyvolává výrazný přírůstek aktivity v m. biceps brachii nezávisle na postavení hlavy (Miřatský a spol., 1959). Vyvolávací manévry jsou někdy účinné i při přímém postavení hlavy (Miřatský a spol., 1960).

Synkinézy vedené spastickými svaly při použití usilovného pohybu nejsou výrazem hlubokého šijového reflexu. Jejich podstatou je nízký práh podráždění ve svalových skupinách s převažujícím hypertonelem. Spouštěcí příčinou souhybu je Valsalvův pokus a jiné analogie Jendrassikova manévru, nikoliv změna postavení hlavy. Tardieu (1976) se domnívá, že souhyb je vyvolán v důsledku zvýšeného předpětí svalových větének. Tento názor je v souladu se současnými představami o působení Valsalvova pokusu a Jendrassikova manévru.

Souhrn

1. Tzv. asymetrické hluboké šijové reflexy u dospělého zdravého člověka a u spastického nemocného projevují závislost na směru pohledu a na Valsalvově manévru.

2. Točivý pohyb hlavy je ve většině pohybových vzorků podněten zrakovým podnětem a zahájen stejnostrannou deviací očí. Oči a hlava sledují činnou ruku (princip „pohled — ruka“). Při konfrontaci aferentace optické s aferentací ze šijových receptorů se zjišťuje, že jsou to podněty optické, které dominují. Pohybový princip „pohled — ruka“ je přirozeným facilitačním prostředkem v rehabilitaci horní končetiny.

3. Točivý pohyb hlavy je v případě synkinéz provázen Valsalvovým manévrem. Usilovný pohyb zdravou končetinou má význam Jendrassikova manévru. Při konfrontaci vlivu Valsalvova a Jendrassikova manévru s vlivem postavení hlavy se zjišťuje, že jsou to první dva, jejichž význam převažuje. Valsalvův manévr je přirozeným facilitačním prostředkem v rehabilitaci hybných pohybů.

4. Protože tzv. asymetrickým hlubokým šijovým reflexům schází u dospělého člověka bezpomínečnost a uniformita odpovědí, a protože také pravé příčiny odpovědí jsou jiné, mají být užívány přiměřené pojmy, např. princip „pohled — ruka“, Valsalvův manévr, a názvy jednotlivých pohybových vzorků.

LITERATURA

- ABRAHAMS, V. C. — RICHMOND, F. J. R.: Proprioceptive projections to the spinal nucleus of the 5th nerve in the cat. Pain Abstracts, Vol. 1, 2nd World Congress on Pain, Montreal 1978, p. 85.
- AKERBLOM, B.: Standing and sitting posture. Thesis, Nordiska Bokhandeln, Stockholm 1948.
- BAIRATI, A.: Récentes connaissances sur la structure submicroscopique des organes du vestibule. Acta oto-laryng., Suppl. 163:9—25, 1961.
- BARNES, C. D. — POMPEIANO, O.: Dissociation of presynaptic and postsynaptic effects produced in the lumbar cord by vestibular volleys. Arch.ital.Biol. 108:295—324, 1970.
- BARRACLOUGH, R.: Methods of proprioceptive neuromuscular facilitation as applied to the re-education of the hemiplegic patient, Physiotherapy (London), 44:6—11, 1958.
- BASMAJIAN, J. V.: Muscles alive. Their functions revealed by electromyography. Williams and Wilkins, Baltimore 1967.
- BASMAJIAN, J. V. — STECKO, G.: A new bipolar electrode for electromyography. J.Appl.Physiol. 17:849—852, 1962.
- BENDER, M. B.: The eye-centering system. Arch.Neurol.Psychiat. 73:685—699, 1955.
- BENSON, A. J.: Effect of labyrinthine stimulation on reflex and postural activity in gastrocnemius — soleus muscle group in man. J. Physiol. (London) 146:37—50, 1959.
- BIZZI, E. — EVARTS, E. V.: Central control of movement. III. Mechanisms between input and output. Neurosc.Res.Progr.Bull. 9:31—59, 1971.
- BIZZI, E. — KALIL, R. E. — MORASSO, P.: Two modes of active eye-head coordination in monkeys. Brain Res. 40:45—48, 1972.
- BIZZI, E. — KALLI, R. E. — TAGLIASCO, V.: Eye-head coordination in monkeys: evidence for centrally patterned organization. Science, 173:452—454, 1971.
- BOBATH, B.: The importance of the reduction of muscle tone and the control of mass reflex action in the treatment of spasticity. Occup.therapy, 27:371—380, 1948.
- BOBATH, B.: A study of abnormal postural reflex activity in patients with lesions of the central nervous system. Physiotherapy (London), 40:259, 295, 326, 386, 1954.
- BOBATH, B.: The treatment of motor disorder of pyramidal and extrapyramidal origin by reflex inhibition and by facilitation of movements. Physiotherapy (London), 41:146—155, 1955.
- BOBATH, K.: An analysis of the development of standing and walking patterns in patients with cerebral palsy. Physiotherapy (London), 48:6—16, 1962.
- BOBATH, K. — BOBATH, B.: Spastic paralysis: treatment of by the use of reflex inhibition. Brit.J.Phys.Med. 13:121—127, 1950.
- BOBATH, K. — BOBATH, B.: A treatment of cerebral palsy based on the analysis of the patient's motor behaviour. Brit.J.Phys.Med. 13:107—117, 1952.
- BOBATH, K. — BOBATH, B.: Tonic reflexes and righting reflexes in the diagnosis and assessment of cerebral palsy. Cerebral Palsy review 16:4—10, 1955.
- BOBATH, K. — BOBATH, B.: The facilitation of normal postural reactions and movements in the treatment of CP. Physiotherapy (London) 50:8—20, 1964.
- BOCCARDI, S.: La rieducazione dell' adulto emiplegico. La Ginnastica Medica, 6:1—15, 1954.
- BOYD, — SILVER, cit. McCouch a spol., 1951.
- BRACCHI, F. — GUALTIEROTTI, T. — MORABITO, A. — ROCCA, E.: Multiday recordings from the primary neurons of the statoreceptors of the labyrinth of the bull frog. The effect of an extended period of „weightlessness“ on the rate of firing at rest and in response to brief periods of centrifugation. Acta oto-laryng., Suppl. 334,27 pp., 1975.
- BRAIN, W. R.: On the significance of the flexor posture of the upper limb in hemiplegia, with an account of a quadrupedal extensor reflex. Brain, 50:113—130, 1927.
- BRODAL, A.: Anatomical studies of cerebellar fibre connections with special reference to problems of functional localization. V: The Cerebellum, Progress in Brain Research, Vol.25 (ed.C.A. Fox a R.S.Snider). Elsevier, Amsterdam 1967, pp.135—173.

26. BRODAL, A.: Vestibular nuclear complex in the cat V: Basic aspects of central vestibular mechanisms. *Progress in Brain Research*, Vol.37 (ed.A.Brodal a O. Pompeiano). Elsevier, Amsterdam 1972, pp.31-53.
27. BRODAL, A. — ANGAUT, P.: The termination of spinovestibular fibers in the cat. *Brain Res.* 5:494-500, 1967.
28. BRODAL, A. — BRODAL, P.: The organization of the nucleus reticularis tegmenti pontis in the cat in the light of experimental anatomical studies of its cerebral cortical afferents. *Exp.Brain Res.* 13:90-110, 1971.
29. BRODAL, A. — POMPEIANO, O. — WALBERG, F.: The vestibular nuclei and their connections, anatomy and functional organization. Oliver and Boyd, Edinburgh-London 1962, 193 p.
30. BRUNNSTRÖM, S.: Associated reactions of the upper extremities in adult patients with hemiplegia. An approach to training. *Phys.Ther.Rev.* 36:225-235, 1956.
31. CANGIANO, A. — COOK, W. A. — POMPEIANO, O.: Cerebellar inhibitory control of the vestibular reflex pathways to primary afferents. *Ach.ital.Biol.* 107:341-364, 1969.
32. CARPENTER, M. B. — FABREGA, H. — GLINSMANN, W.: Physiological deficits occurring with lesions of labyrinth and fastigial nuclei. *J.Neurophysiol.* 22:222-234, 1959.
33. CLEMMESSEN, S.: Some studies on muscle tone. *Proc.Roy.Soc.Med.* 44:637-646, 1951.
34. COHEN, L. A.: Role of eye and neck proprioceptive mechanisms in body orientation and motor coordination. *J.Neurophysiol.* 24:1-11, 1961.
35. COOK, W. A. — CANGIANO, A. — POMPEIANO, O.: Vestibular influences on primary afferents in the spinal cord. *PIIug.Arch.ges.Physiol.* 299:334-338, 1968.
36. COOK, W. A. — CANGIANO, A. — POMPEIANO, O.: An electrical investigation of the efferent pathways from vestibular nuclei. *Arch.ital.Biol.* 107:275-295, 1969.
37. CORBIN, K. B. — HINSEY, J. C.: Intramedullary course of the dorsal root fibers of each of the first four cervical nerves. *J.Comp.Neurol.* 63:119-126, 1935.
38. CORCORAN, J. P.: Energy expenditure during ambulation. V: Physiological basis of rehabilitation medicine (ed.J.A.Downey a R.C.Darling). Saunders, Philadelphia 1971, pp.185-198.
39. CRAMER, R. L.: Response of mammalian gravity receptors to sustained tilt. *Aero space Med.* 33:863-866, 1962.
40. DELWAIDE, P. J. — DELBECQ, P.: Vestibular influences on proprioceptive reflexes of the lower limb in normal man. V: New developments in electromyography and clinical neurophysiology. Vol.3. Human reflexes (ed.J.E.Desmedt). Karger, Basel 1973, pp.336-341.
41. DELWAIDE, P. J. — JUPRELLE, M.: The effects of caloric stimulation of the labyrinth on the soleus motor pool in man. *Acta Neurol. scand.*, 55:310-327, 1977.
42. DOHLMAN, G.: Some aspects of the mechanism of vestibular haircell stimulation. *Conf.neurol.* 20:169-180, 1960.
43. DOHLMAN, G. — FARKASHIDY, J. — SALONNA, F.: Centrifugal nerve-fibers to the sensory epithelium of the vestibular labyrinth. *J.Laryng.Otol.* 72:984-991, 1958.
44. DUENSING, F.: Die Erregungskonstellationen im Rautenhirn des Kaninchens bei den Labyrinthstellreflexen (Magnus). *Naturwissenschaften*, 48:681-690, 1961.
45. DUENSING, F. — SCHAEFFER, K. P.: Die Aktivität einzelner Neurone im Bereich der Vestibulariskerne bei Horizontalbeschleunigungen unter besonderer Berücksichtigung des vestibulären Nystagmus. *Arch.Psychiat.Nervenkr.* 198: 225-252, 1958.
46. DUENSING, F. — SCHAEFFER, K. P.: Die Aktivität einzelner Neurone der Formatio reticularis des nicht gefesselten Kaninchens bei Kopfwendungen und vestibulären Reizen. *Arch.Psychiat. Nervenkr.* 201:97-122, 1960.
47. ECCLES, J. C. — FABER, D. S. — MURPHY, J. T. — SABAH, N. H. — TÁBOŘÍKOVÁ, H.: Afferent volleys in limb nerves influencing impulse discharges in cerebellar cortex. In Purkyne cells. *Exp.Brain Res.* 13:36-53, 1971 a.
48. ECCLES, J. C. — FABER, D. S. — MURPHY, J. T. — SABAH, N. H. — TÁBOŘÍKOVÁ, H.: Investigations on intergration of mossy fiber inputs to Purkyne cells in the anterior lobe. *Exp.Brain Res.* 13:54-77, 1971 b.
49. ECKEL, W.: Elektrophysiologische und histologische Untersuchungen im Vestibularisrisikengebiet bei Drehreizen. *Arch.Ohren-usw.Heilk.* 164:487-513, 1954.
50. EHRHARDT, K. J. — WAGNER, A.: Labyrinthine and neck reflexes recorded from spinal single motoneurons in the cat. *Brain Res.* 19:87-104, 1970.
51. EIBL-EIBESFELDT, I.: The biology of behavior. Holt, Rinehart and Winston, 1970 530 pp.
52. ELDRED, E. — GRANIT, R. — MERTON, P. A.: Supraspinal control of the muscle spindles and its significance. *J.Physiol.* 122:498-523, 1953.
53. ENGSTRÖM, H.: On the double innervation of the sensory epithelia of the inner ear. *Acta oto-laryng.* 49:109-120, 1958.
54. ENGSTRÖM, H.: The innervation of the vestibular sensory cells. *Acta oto-laryng., Suppl.* 163:30-43, 1961.
55. FAY, T.: The use of pathological and unlocking reflexes in the rehabilitation. *Am. J.Phys.Ther.* 33:347-363, 1954.
56. FISCHER, E.: Physiological basis of methods to elicit, reinforce and coordinate muscular movements. *Phys.Ther.Rev.* 38:468-473, 1959.
57. FLOYD, W. F. — SILVER, P. H. S.: Electromyographic study of standing in man; thigh and leg muscles. *J.Physiol.* 111:22-30, 1950.
58. FREDRICKSON, J. M. — SCHWARTZ, D.: Multisensory influence on single units in the vestibular nucleus. V: Fourth symposium on the role of the vestibular organs in space exploration. NASA SP- 187:203-208, 1970.
59. FREDRICKSON, J. M. — SCHWARTZ, D. — KORNHUBER, H. H.: Convergence and interaction of vestibular and deep somatic afferents upon neurons in the vestibular nuclei of the cat. *Acta oto-laryng.* 61:168-188, 1965.
60. FREEMAN, W. — MORIN, P.: Réflexes d'automatisme mésencéphalique. Les syncinésies, les réflexes cervicaux et les réflexes vestibulaires. *Rev.Neurol.* 31:158-175, 1924.
61. FROST, D. — POPPEL, E.: Different programming modes of human saccadic eye movements as a function of stimulus eccentricity: indications of a functional subdivision of the visual field. *Biol. Cybern.* 23:39-49, 1976.
62. FUKUDA, T.: Studies on human dynamic postures from the viewpoint of postural reflexes. *Acta oto-laryng., Suppl.* 161, 52 pp, 1961.
63. GACEK, R. R.: The course and central termination of first order neurons supplying vestibular endorgans in the cat. *Acta oto-laryng., Suppl.* 254:1-66, 1969.
64. GACEK, R. R.: The innervation of the vestibular labyrinth. V: The vestibular system (ed.R.F.Naunton). Academia Press, New York 1975, pp.21-29.
65. GELLHORN, E.: Patterns of muscular activity in man. *Arch.Phys.Med.* 28:568-574, 1947.
66. GELLHORN, E.: Proprioception and the motor cortex. *Brain*, 72:35-62, 1949.
67. GELLHORN, E. — JOHNSON, D. A.: Further studies on the role of proprioception in cortically induced movements of the foreleg in the monkey. *Brain*, 73:513-530, 1950.
68. GERNANDT, B. E.: The effect of vestibular stimulation upon the activity of the primary motor neurons of the spinal cord. *Acta physiol.scand.* 27:169-180, 1952.
69. GERNANDT, B. E.: Vestibular influences upon spinal reflex activity. V: Myotatic, kinesthetic and vestibular mechanisms (ed.A.V.S. de Reusk a J. Knight). Churchill Ltd., London 1967, pp.170-183.
70. GERNANDT, B. E. — GILMAN, S.: Descending vestibular activity and its modulation by proprioceptive, cerebellar and reticular influences. *Exp.Neurol.* 1:274-304, 1959.
71. GERNANDT, B. E. — IRANYI, M. — LIVINGSTON, R. B.: Vestibular influences on spinal mechanisms. *Exp.Neurol.* 1:248-273, 1959.
72. GERNANDT, B. E. — THULIN, C. A.: Vestibular connections of the brainstem. *Amer.J.Physiol.* 171:121-127, 1952.
73. GESELL, A. — AMATRUDA, C. S.: The embryology of behaviour. Harper Brothers, New York 1945.
74. GESELL, A. — AMATRUDA, C. S.: Developmental diagnosis. Butterworth, London 1951.
75. GOLDSTEIN, K. — RIESE, W.: Über induzierte Veränderungen des Tonus beim normalen Menschen. *Klin. med. Wochschr.* 2:1201-1206, 1923.
76. GOLDSTEIN, K.: Über induzierte Tonusveränderungen beim Menschen. *Ztschr. ges. Neurol. u. Psychiat.* 28:384-423, 1924.
77. GOLDSTEIN, K.: Über induzierte Tonusveränderungen beim Kranken. *Ztschr. ges. Neurol. u. Psychiat.* 28:424-453, 1924.
78. GOODDY, W.: Sensation and volition. *Brain*, 72:312-320, 1949.
79. GRANIT, R. — KAADA, B. R.: Influence of stimulation of central nervous structures of muscle spindles in cat. *Acta physiol. scand.* 27:130-140, 1952.
80. GRILLNER, S.: Supraspinal and segmental control of static and dynamic motoneurons in the cat. *Acta physiol. scand., Suppl.* 327:1-34, 1969.

81. GROEN, J. J.: Vestibular stimulation and its effects, from the point of view of theoretical physics. *Confin. neurol.* 21:380—389, 1961.
82. GURFINKEL, V. S.: Muscle afferentation and postural control in man. *Agressologie* 14 C:1—8, 1973.
83. GURFINKEL, E. V.: Physical foundations of stabilography. *Agressologie* 14 C:9—14, 1973.
84. GURFINKEL, V. S. — ELNER, A. M.: On two types of static disturbances in patients with local lesions of the brain. *Agressologie* 14 E:9—14, 1973.
85. HAGBARTH, E.: Excitatory and inhibitory skin areas for flexor and extensor motoneurons. *Acta physiol. scand.* 26, Suppl. 94, 1952.
86. HAGBARTH, K. E.: Spinal withdrawal reflexes in the human lower limbs. *J. Neurol. Neurosurg. Psychiat.* 23:222—227, 1960.
87. HAUSMANOVA—PETRUSEWICZ, I.: Zaburzenia czucia kinestetycznego w porażeniu połowicznym. *Neurol. Neurochir. Psychiat. pol.* 3:241—281, 1957.
88. HELLEBRANDT, F. A. — HOUTZ, S. J. — KRICKORIAN, A. M.: Influence of bimanual exercise on unilateral work capacity. *J. Appl. Physiol.* 2:446—460, 1950.
89. HELLEBRANDT, F. A. — HOUTZ, S. J. — PARTRIDGE, M. J. — WALTERS, C. E.: Tonic neck reflexes in exercises of stress in man. *Am. J. Phys. Med.* 35:144—159, 1956.
90. HELLEBRANDT, F. A. — SCHADE, M. — CAIRNS, M. L.: Methods of evoking the tonic neck reflexes in normal human subjects. *Am. J. Phys. Med.* 41:89—140, 1962.
91. HELLEBRANDT, F. A. — WATERLAND, J. C.: Expansion of motor patterning under exercise stress. *Am. J. Phys. Med.* 41:2—12, 1962.
92. HENNER, K.: Reflexy polohy a držení u člověka. *Věstník VI, sjezdu čls. přírodovědců, lékařů a inženýrů v Praze*, 1928.
93. HILLMAN, D. E.: Peripheral vestibular mechanisms. *Progress in Brain Research*, Vol. 37 (ed. A. Brodal a O. Pompeiano). Elsevier, Amsterdam 1972, pp. 69—75.
94. HINOKI, M.: Studies on the role of proprioceptive reflexes of cervico-lumbo-muscular origin in maintenance of body equilibrium. *Advances in Neurological Sciences*, 18:121—131, 1974.
95. HINOKI, M. — KURUSAWA, R.: Studies on vertigo provoked by neck and nape muscles. Some observations on vertiginous attacks caused by injection of procain solution into neck and nape muscles in man. *Excerpt. Med.* 18:176, 1965.
96. HOFF, H. — SCHILDER, P.: Über Lage- und Stellreflexe beim Menschen. *Dtsch. med. Wschr.* 51:810—812, 1925.
97. HOFF, H. — SCHILDER, P.: Die Lagereflexe des Menschen. *Klinische Untersuchungen über Haltungs- und Stellreflexe und verwandte Phänomene*. Springer, Vienna 1927.
98. HRBEK, J.: Experimentální a klinická patofyziologie nervové soustavy II. SZdN Praha 1956.
99. HUNT, C. C.: The reflex activity of mammalian small-nerve fibres. *J. Physiol.* 115:459—469, 1951.
100. CHENNELLS, M. — FLOYD, W. F.: Effects of posture and of parameters of stimulation on reflexes in man. *J. Physiol.* 130:31—40, 1955.
101. IGARASHI, M. — ALFORD, B. R. — WATANABE, T. — MAXIAN, P. M.: Role of neck proprioceptors for the maintenance of dynamic bodily equilibrium in the squirrel monkey. *Laryngoscope*, 79:1713—1717, 1969.
102. ITO, M.: Cerebellar inhibition of vestibulo-ocular reflexes. V: *The vestibular system* (ed. R. F. Naunton). Academia Press, New York 1975, pp.129—146.
103. ITO, M. — HIGHSTEIN, S. M. — FUKUDA, J.: Cerebellar inhibition of the vestibulo-ocular reflex in rabbit and cat and its blockage by picrotoxin. *Brain Res.* 17:524—526, 1970.
104. ITO, M. — HONGO, T. — OKADA, Y.: Vestibular-evoked postsynaptic potentials in Deiter's neurones. *Exp. Brain Res.* 7:214—230, 1969.
105. ITO, M. — YOSHIDA, M.: The origin of cerebellar-induced inhibition of Deiter's neurones. *J. Exp. Brain Res.* 2:330—349, 1969.
106. JOSEPH, J.: The graphic representation of movement. I. Electromyography of postural muscles. *Ann. Phys. Med.* 5:185—186, 1960.
107. JOSEPH, J.: Man's posture, electromyographic studies. Ch. Thomas, Springfield 1960, 88 pp.
108. JOSEPH, J. — McCOLL, I.: Electromyography of muscles of posture: posterior vertebral muscles in males. *J. Physiol.* 157:33—37, 1961.
109. JOSEPH, J. — NIGHTINGALE, A.: Electromyography of muscles of posture: thigh muscles in males. *J. Physiol.* 126:81—85, 1954.
110. JOSEPH, J. — NIGHTINGALE, A. — WILLIAMS, P. L.: A detailed study of the electric potentials recorded over some postural muscles while relaxed and standing. *J. Physiol.* 127:617—625, 1955.
111. JOSEPH, J. — WILLIAMS, P. L.: Electromyography of certain hip muscles. *J. Anat. (London)* 91:286—294, 1957.
112. KABAT, H.: Studies on neuromuscular dysfunctions. XI. New principles of neuromuscular reeducation. *Permann. Found. Med. Edil.* 5:111—120, 1947.
113. KABAT, H.: The role of central facilitation in restoration of motor function in paralysis. *Arch. Phys. Med.* 33:521—540, 1952.
114. KAFTEYN, T. S.: Afterthought about the physics and mechanics of the postural sway. *Agressologie*, 14 C:27—35, 1973.
115. KELLOG, R. S. — GRAVBIEL, A.: Lack of response to thermal stimulation of the semicircular canals in the weightless phase of parabolic flight. *Aerospace Med.* 38:487—490, 1967.
116. KELTON, I. W. — WRIGHT, R. D.: The mechanism of easy standing in man. *Austral. J. Exp. Biol.* 27:505—515, 1949.
117. KENNY, E.: Physical medicine. The science of dermoneuromuscular therapy as applied to infantile paralysis. Minneapolis 1946.
118. KESTENBAUM, A.: Clinical methods of neuroophthalmological examination. Grune and Stratton, New York 1947.
119. KREDBA, J. — STEJSKAL, L. — LÉBL, M.: Elektrody v elektromyografii. *Čs. Neurol. Neurochir.* 39-72:150—160, 1976.
120. LATIMER, R. M.: Utilization of tonic neck and labyrinthine reflexes for the facilitation of work output. *Phys. Ther. Rev.* 33:23—30, 1953.
121. LEDOUX, A.: Les canaux sémicirculaires. *Acta medica Belgica*, Bruxelles, 1958, 237 pp.
122. LENZI, G. L. — POMPEIANO, O. — SATOH, T.: Input-output relation of the vestibular system during sleep and wakefulness. *Pflüg. Arch. ges. Physiol.* 299:326—333, 1968.
123. LENZI, G. L. — POMPEIANO, O.: Orthodromic transmission of VIIIth nerve volleys through the vestibular nuclei during sleep. *Adv. Oto-rhino-laryng.* 17:2—26, 1970.
124. LÖWENSTEIN, O.: Problems concerning the mechanism of the hair cell of the vestibular receptor. *Acta oto-laryng.*, Suppl. 163: 56—58, 1961.
125. LÖWENSTEIN, O.: Electrophysiological experiments on the isolated surviving labyrinth of elasmobranch fish to analyse the responses to linear acceleration. V: *Vestibular function on Earth and in space* (ed. J. Stahle). Pergamon Press, Oxford 1970.
126. LÖWENSTEIN, O.: Physiology of the vestibular receptors. V: *Basic aspects of central vestibular mechanisms*. *Progress in Brain Res.* Vol. 37 (ed. A. Brodal a O. Pompeiano). Elsevier, Amsterdam 1972, pp. 19—30.
127. LÖWENSTEIN, O.: The peripheral neuron. V: *The vestibular system* (ed. R. F. Naunton). Academia Press, New York 1975, pp. 99—107.
128. LÖWENSTEIN, W. R.: Mechano-elastic transduction in the Pacinian corpuscle. Initiation of sensory impulses in mechanoreceptors. V: *Handbook of sensory physiology*, Vol. I (ed. W. R. Löwenstein). Springer, Berlin 1971, pp.
129. MAEDA, M. — ISHII, S.: The neck, the labyrinth, the cerebellum and posture. *Neurol. med.-chir.* 18:5—16, 1978.
130. MAEDA, M. — MAUNZ, R. A. — WILSON, V. J.: Labyrinthine influence on cat forelimb motoneurons. *Exp. Brain Res.* 22:69—86, 1975.
131. MAGNUS, R.: Zur Regelung der Bewegung durch das Zentralnervensystem. *Pflüg. Arch. ges. Physiol.* 130:219—269, 1909.
132. MAGNUS, R.: Physiology of posture. *Lancet*, 2:531—536, 1926.
133. MAGNUS, R.: *Ustanovka těla, Medgiz, Moskva a Leningrad 1962* (překlad něm. orig. „Körperstellung. Experimentell-physiologische Untersuchungen über die einzelnen bei der Körperstellung in Tätigkeit tretenden Reflexe, über ihr Zusammenwirken und ihre Störungen“. Berlin, 1924).
134. MAGNUS, R. — de KLEIJN, A.: Die Abhängigkeit des Tonus der Extremitätenmuskeln von der Kopfstellung. *Pflüg. Arch. ges. Physiol.* 145:455—548, 1972.
135. MALINOVSKÝ, L. — NOVOTNÝ, L.: Stavba sensitivních nervových zakončení a jejich klasifikace. *LF UJEP, Brno 1980*, 12 s.
136. MARINESCO, G. — RADOVICI, A.: Contribution à l'étude des réflexes profonds du cou et des réflexes labyrinthiques. *Rev. Neurol.* 31:289—299, 1924.

137. MARKHAM, C. H. — CURTHOYS, I. S.: Labyrinthine convergence on vestibular nuclear neurons using natural and electric stimulation. V: Basic aspects of central vestibular mechanisms. Progress in Brain Res., Vol. 37 (ed. A. Brodal a O. Pompeiano). Elsevier, Amsterdam 1972, pp. 121—137.
138. MCCOUCH, G. P. — DEERING, I. D. — LING, T. H.: Location of receptors for tonic neck reflexes. J. Neurophysiol. 14:191—195, 1951.
139. MİRATSKÝ, Z. — OBRDA, K. — BERÁNKOVÁ, M. — CHODĚRA, R. — STARÝ, O.: Význam šijních reflexů při reedukaci hemiplegiků. Čs. Neurol. 22:358—366, 1959.
140. MİRATSKÝ, Z. — OBRDA, K. — STARÝ, O.: Reflexní terapie spastických obrn. Čas. lékař. Čes. 99:520—527, 1960.
141. MİRATSKÝ, Z. — STARÝ, O.: Význam tvorby podmíněných proprioceptivních reflexů pro obnovu hybnosti hemiplegiků. Čs. Neurol. 22:349—357, 1959.
142. MOLLARET, P. — BERTRAND, L.: L'hypertonie de décerebration chez l'homme. Masson et Cie, Paris 1945.
143. MORRISON, A. R. — POMPEIANO, O.: Central depolarization of group Ia afferent fibers during desynchronized sleep. Arch. ital. Biol. 103:517—537, 1965.
144. MUGNAINI, E. — WALBERG, F.: An experimental electron microscopical study of the mode of termination of cerebellar fibres in the cat lateral vestibular nucleus. Exp. Brain Res. 4:212—236, 1967.
145. NASHNER, L. M.: Sensory feed-back in human posture control. Thesis, MIT, 1970 (cit. Gurfinkel, 1973).
146. NYBERG-HANSEN, R.: Organization of vestibulo-spinal pathways. V: The vestibular system (ed. R. F. Naunton). Academia Press, New York 1975, pp. 71—96.
147. OOSTERVELD, W. J. — VAN DEN LAARSE, W. D.: The effect of gravity on vestibular nystagmus. Aerospace Med. 40:382—390, 1969.
148. ORLOVSKIJ, G. N.: The activity of vestibulospinal neurons to the lumbosacral cord during locomotion. Brain. Res. 46:85—98, 1972.
149. PAILLARD, J.: The patterning of skilled movements. V: Handbook of physiology, Section I, Neurophysiology, Vol. III, Chapter LXVIII. Williams and Wilkins, Baltimore 1960.
150. PEIPER, A.: Die Eigenart der kindlichen Hirntätigkeit, Thieme, Leipzig 1956.
151. PEIPER, A. — ISBERT, H.: Über die Körperstellung des Säuglings. Jb. Kinderklinik 115:142—160, 1927.
152. PETROFF, A. E.: An experimental investigation of the origin of efferent fiber projections to the vestibular neuroepithelium. Anat. Rec. 121:352—360, 1955.
153. PFEIFFER, J. a kolektiv: Facilitační metody v léčebné rehabilitaci. Avicenum, Praha 1976, 268.
154. PFEIFFER, J. — TARDIEU, C. — TARDIEU G.: Réflexe tonique asymétrique du cou et infirmité motrice cérébrale. Rev. Neurol. 121:553—557, 1969.
155. PHILIPZOOM, A. J.: Compensatory organ and the cervical nerve roots. Pract. otorhinolaryng. 24:193—200, 1962.
156. POLLOCK, L. J. — BOSHES, B. — FINKELMAN, I. — CHOR, H. — BROWN, M.: Spasticity, pseudospontaneous spasm and other reflex activities late after injury to the spinal cord. Arch. Neurol. Psychiat. 66:537—545, 1951.
157. POLLOCK, L. J. — BOSHES, B. — ZIVIN, I. — PYZIK, S. W. — FINKLE, J. R. — TIGAY, E. L. — KESERT, B. H. — ARIEFF, A. J. — FINKELMAN, I. — BROWN, M. — DOBIN, N. B.: Body reflexes acting on the body. Arch. Neurol. Psychiat. 74:527—533, 1955.
158. POMPEIANO, O.: Vestibulospinal relations: vestibular influences on gamma motor neurons and primary afferents. V: Basic aspects of central vestibular mechanisms (ed. A. Brodal a O. Pompeiano). Elsevier, Amsterdam 1972, pp. 197—232.
159. POMPEIANO, O.: Spinovestibular relations. V: Basic aspects of central vestibular mechanisms. Progress in Brain Res. Vol. 37 (ed. A. Brodal a O. Pompeiano). Elsevier, Amsterdam 1972, pp. 263—296.
160. POMPEIANO, O., COTTI, E.: Analisi microelettrica delle proiezioni cerebello-dettorsiane. Arch. Sci. Biol. (Bologna) 43:57—101, 1959.
161. POMPEIANO, O. — DIETER-SPIFF, K. — CARLI, G.: Two pathways transmitting vestibulospinal influences from the lateral vestibular nucleus of Deiters to extensor fusimotor neurones. Pflüg. Arch. ges. Physiol. 293:272—275, 1967.
162. POMPEIANO, O. — MORRISON, A.: Vestibular mechanisms during sleep. I. Arch. ital. Biol. 103:569—595, 1965.
163. POMPEIANO, O. — MORRISON, A.: Vestibular influences during sleep. II. Arch. ital. Biol. 104:231—246, 1966.
164. PORTNOY, H. — MORIN, F.: Electromyographic study of postural muscles in various positions and movements. Am. J. Physiol. 186:122—126, 1956.
165. PRECHT, W. — SHIMAZU, H.: Tonic and kinetic vestibular neurons. J. Neurophysiol. 28:991—1013, 1965, a.
166. PRECHT, W. — SHIMAZU, H.: Functional connections of tonic and kinetic vestibular neurons with primary vestibular afferents. J. Neurophysiol. 28:1014—1028, 1965, b.
167. PSAKI, R. C. — TREANOR, W. J.: Afferent influence in management of spastic paresis. Arch. Phys. Med. 37:214—220, 1956.
168. RALSTON, H. J. — LIBET, B.: The question of tonus in skeletal muscles. Am. J. Phys. Med. 32:85—92, 1953.
169. RIDDOCH, G. — BUZZARD, F.: Reflex movements and postural reactions in quadriplegia and hemiplegia with special reference to those of the upper limbs. Brain, 44:397—410, 1921.
170. SADJADPOUR, K. — BRODAL, A.: The vestibular nuclei in man. A morphological study in the light of experimental findings in the cat. J. Hirnforsch. 10:299—323, 1968.
171. SALA, O.: The efferent vestibular system. Electrophysiological research. Acta otolaryng., Suppl. 197, 1—34, 1965.
172. SEMANS, S.: A neurophysiological approach to treatment of cerebral palsy. Introduction to the Bobath method. Phys. Ther. Rev. 38:598—604, 1956.
173. SHIMAZU, H.: Mutual interactions between bilateral vestibular nuclei and their significance in motor regulation. V: Neurophysiological basis of normal and abnormal motor activities. Proc. 3rd Symp. Park. Dis. (ed. M. D. Yahr a D. P. Purpura). Raven Press, New York 1967.
174. SHIMAZU, H. — PRECHT, W.: Tonic and kinetic responses of cat's vestibular neurons to horizontal angular acceleration. J. Neurophysiol. 28:991—1013, 1965.
175. SHIMAZU, H. — PRECHT, W.: Inhibition of central vestibular neurons from the contralateral labyrinth and its mediating pathway. J. Neurophysiol. 29:467—492, 1966.
176. SCHALTENBRAND, G.: Normale Bewegungs- und Lagereaktionen bei Kindern. Deutsche Ztschr. Nervenheilk. 87:23—35, 1925.
177. SIMONS, A.: Kopfhaltung und Muskeltonus. Ztschr. ges. Neurol. Psychiat. 80:499—540, 1923.
178. SNIJDERS, C. J. — VERDUIN, M.: Stabilograph, an accurate instrument for sciences interested in postural equilibrium. Agressologie, 14 C:15—20, 1973.
179. SOČIN, C. — LEEUWEN, W. S.: Über den Einfluss der Kopfstellung auf phasische Extremitätenreflexe. Pflüg. Arch. ges. Physiol. 159:251—270, 1914.
180. SPOENDLIN, H.: Strukturelle Eigenschaften der vestibulären Rezeptoren. Arch. f. Neurol. Psychiat. 96:219—230, 1965.
181. STEJSKAL, L.: Praktické využití polohových reflexů v rehabilitaci spastických nemocných. Fyz. věst. 47:134—138, 1969.
182. STEJSKAL, L.: Experiences from clinical and EMG studies of the tonic reflexes in spastic patients. V: The use of reflex mechanisms in reeducation of mobility (Proceedings of the International Symposium of Rehabilitation in Neurology, Balnea, Praha 1969, pp. 124—129).
183. STEJSKAL, L.: Postural reflexes in theory and motor reeducation. Academia, Praha 1972, 115 p.
184. STEJSKAL, L.: Postural reflexes in man. Am. J. Phys. Med. 58:1—25, 1979.
185. STEJSKAL, L.: Polohové reflexy u neurologických a neurochirurgických onemocnění. Autoreferát doktorské disertace, KU Praha, 9. 11. 1979.
187. STROUD, M. H. — BURKE, R. M.: Eye-head coordination. Ann. Otol. (St. Louis) 88:94—96, 1979.
188. ŠAPOVALOV, A. I.: Excitation and inhibition of spinal neurones during supraspinal stimulation. V: Nobel Symposium I. Muscle afferents and motor control (ed. R. Granit). Almqvist a Wiksell, Stockholm 1966, pp. 331—348.
189. TARDIEU, G.: cit. Pfeiffer, 1976.
190. THOM, H.: Elektromyographische Untersuchungen über das Verhalten der tonischen Halsreflexe beim hirngeschädigten Kinde. Arch. f. d. phys. Ther. 15:411—417, 1933.
191. TOKIZANE, T. — MURAO, M. — OGATA, T. — KONDO, T.: EMG studies on tonic neck, lumbar and labyrinthine reflexes in normal person. Jap. J. Physiol. 2:130—146, 1951.

192. TORVIK, A. — BRODAL, A.: The origin of reticulospinal fibers in the cat. *Anat Rec.* 128:113—138, 1957.
193. TRINCKER, D.: L'électrophysiologie de l'appareil vestibulaire et le problème de sa transformation du stimulus mécanique en excitation nerveuse. *Confin. neurol.* 20:187—195, 1960.
194. TRINCKER, D.: Analysis of the physical and neurophysiological principles underlying vestibular stimulation. *Confin. neurol.* 21:371—379, 1961.
195. TWITCHELL, T. E.: The restoration of motor function following hemiplegia in man. *Brain*, 74:443—480, 1951.
196. UTSUMI, S. — SHINDO, H. — ISHIKAWA, S. — MOUKAI, T. — YAMANAKA, I.: Étude électromyographique de la réponse musculaire d'origine labyrinthique. Sa mutation non-physiologique. *Med. J. Osaka Univ.* 7:981—989, 1957.
197. UTSUMI, S. — SHINDO, H. — ISHIKAWA, S. — MOUKAI, T. — YAMANAKA, I.: Étude électromyographique de la réponse musculaire d'origine labyrinthique. Stimulation physiologique. *Med. J. Osaka Univ.* 7:990—1000, 1957.
198. VALK-FAL, T.: Analysis of the dynamical behaviour of the body whilst „standing still“. *Agressologie*, 14 C 21—25, 1973.
199. VELE, F. — JANDA, V.: Příspěvek k hodnocení spasticity elektromyograficky. *Čs. neurol.* 27:24—25, 1964.
200. VLACH, V.: Nepodmíněné novorozenecké reflexy. *Hávkova sbírka, SŽdN, Praha* 1969.
201. VOJTA, V.: Reflexní uvolnění spasticity u perinatální encefalopatie metodou volných pohybů na ontogeneticky starých strukturách hybných. *Čs. neurol.* 27:329—340, 1964.
202. VOJTA, V.: Rehabilitation des spastischen infantilen Syndroms. *Eigene Methoden. Beitr. Orthop. u. Traumatol.* 12:557—562, 1965.
203. VOJTA, V.: Plazení v rehabilitaci hybných poruch u dětí. *Čs. neurol.* 29:234—236, 1966.
204. VRIES, DE: Postural muscle tonus. *Am. J. Phys. Med.* 44:275—291, 1965.
205. WALBERG, F.: Descending and reticular relations to the vestibular nuclei: anatomy. V: Basic aspects of central vestibular mechanisms. *Progress in Brain Res.* Vol. 37 (ed. A. Brodal a O. Pompeiano). Elsevier, Amsterdam 1972, pp. 285—288.
206. WALSHE, F. M. R.: On certain tonic or postural reflexes in hemiplegia with special reference to so-called „associated movements“. *Brain*, 46:281—290, 1923.
207. WATERLAND, J. C. — MUNSON, N.: Reflex association of head and shoulder girdle in nonstressful movements of man. *Am. J. Phys. Med.* 43:98—108, 1964.
208. WELLS, H. S.: The demonstration of tonic neck and labyrinthine reflexes and positive heliotropic responses in normal human subjects. *Science*, 99:36—46, 1944.
209. WERSÄLL, J.: The minute structure of the crista ampullaris in the guinea pig as revealed by electron microscope. *Acta oto-laryng.* 44:359—375, 1954.
210. WERSÄLL, J.: Studies on the structure and innervation of the sensory epithelium of the cristae ampullares in the guinea pig. *Acta oto-laryng., Suppl.* 126, 1—61, 1956.
211. WERSÄLL, J.: Vestibular receptor cells in fish and mammals. *Acta oto-laryng., Suppl.* 163:26—29, 1961.
212. WERSÄLL, J.: Morphology of the vestibular receptors in mammals. V: Basic aspects of central vestibular mechanisms. *Progress in Brain Res.*, Vol. 37 (ed. A. Brodal a O. Pompeiano). Elsevier, Amsterdam 1972, pp. 3—17.
213. WERSOWETZ, O. F. — ZEDLER, E. V. — LOZANO, H. D.: Experiences with the bath method of treatment of cerebral palsy. *Arch. Phys. Med.* 37:550—554, 1956.
214. WIGAND, M. E. — STRUPPLER, A.: Elektromyographische Untersuchungen über die Eigenreflex-Erregbarkeit des Menschen bei Vestibularisreizung. *Arch. Ohren-nasch. Heilk.* 179:273—282, 1962.
215. WILSON, V. J. — GACEK, R. R. — MAEDA, M. — UCHINO, Y.: Saccular and utricular input to cat neck motoneurons. *J. Neurophysiol.* 40:63—73, 1977.
216. WILSON, V. J. — MAEDA, M.: Connections between semicircular canals and neck motoneurons in the cat. *J. Neurophysiol.* 37:346—357, 1974.
217. WILSON, V. J. — MAEDA, M. — FRANK, J. I.: Inhibitory interaction between labyrinthine, visual and neck inputs to the cat flocculus. *Brain Res.* 96:357—360, 1975.
218. WILSON, V. J. — YOSHIDA, M.: Bilateral connections between labyrinths and neck motoneurons. *Brain Res.* 13:603—607, 1969.
219. WIT DE, G.: The stabilometry as an auxiliary in investigation of patients with vestibular disorders. *Agressologie* 14 C:30—40, 1973.
220. YAMSHON, L. J. — MACHEK, O. — COVALT, D. A.: The tonic neck reflexes in the hemiplegia. *Arch. Phys. Med.* 30:706—711, 1949.
221. YOUNG, R. R.: The clinical significance of exteroceptive reflexes. V: New developments in EMG and clinical neurophysiology (ed. J. E. Desmedt). Vol. 3. Karger, Basel 1973, pp. 697—712.
222. ZELENÁ, J.: The development of Pacinian corpuscles. *J. Neurocytol.* 7:71—91, 1978.

DOPLŇKY K LITERATUŘE

223. FLOCK, A.: Sensory transduction in hair cells. V: *Handbook of sensory physiology*, Vol. 1 (ed. W. R. Loewenstein). Springer, Berlin, 1971, pp. 396—441.
224. PRECHTL, H. F. R. — FARGEL, J. W. — WEINMANN, H. M. — BAKKER, H. H.: Postures, motility and respiration of low-risk pre-term infants. *Develop. Med. Child Neurol.* 21:3—27, 1979.

L. STEJSKAL

VLIV DECHU A POLOHY NA POHYB

Souhrn

Dvě stati, „Vliv dechové fáze na pohyb“ a „Vliv polohových mechanismů na pohyb“ tvoří jeden celek. Z technických důvodů bylo nutné je oddělit. **Hybné jevy popisované v obou částech vzájemně souvisejí.** Některé z předpokládaných polohových reflexů jsou závislé na dechové fázi.

VLIV POLOHOVÝCH MECHANISMŮ NA POHYB

Nepodmíněný reflex je nenaučený, neměnný a závislý na podráždění periferního receptoru tak, že reflexní odpověď je úměrná podráždění. Splňují „polohové reflexy“, hodnocené klinicky, tyto podmínky? Je ujasněna nomenklatura — poloha, postavení, labyrintový a šijový polohový reflex, výskyt v experimentu — závislost na decerebračních řezech.

Následuje přehled, jak kdy byly zjišťovány **patologické polohové reflexy** u člověka (od klasiků dvacátých let po rehabilitační školy Bobathových, Faye a Vojty) a jak byly identifikovány lidské „**fyzilogické polohové reflexy**“ (škola Hellebrandtové, „dynamické polohy“ Tadashi Fukudy). Konstatuje se, že poznání tohoto druhu byla provedena převážně prostou nebo fotografickou aspexi.

Kvantifikovaná laboratorní měření polohových závislostí u člověka byla až dosud uskutečněna jen pro objasnění stoje. **Vzpřímené držení těla ve stoji** je zajištěno perfektním vybalancováním, přičemž nejaktivnější jsou střídavé kontrakce extenzorů a flexorů nohou (m.tibialis ant. a m.gastrosoleus). Systém polohové kontroly, který řídí rovnováhu, je uváděn do chodu jednak supraspinálními mechanismy, hlavně zrakem a labyrintem, jednak natahovacími reflexy; podle posledních poznatků u zdravého člověka význam prvním převažuje.

V krátké kapitole jsou připomenuty **polohové reflexy labyrintové na decerebrovaném zvířeti**, jak je popsal R. Magnus.

Základní údaje o činnosti vestibulárního systému, zvláště se zřetelem ke generátorům tonických (statických) polohových reflexů, t. j. k makule utrikulu a sakulu. Morfologie vláskové buňky, principy vysílání vláskové buňky. Konvergence signálů na úrovni vestibulárních jader. Interference signálů labyrintových se signály z kortexu mozečku (přední lalok), z mozečkových jader, z retikulární formace tegmenta pontu a z míchy. Přenos zpracovaného signálu vestibulospinální drahou k míšním interneuronům a po presynaptické modulaci k motoneuronům. Interference signálů vestibulárních s extravestibulárními na úrovni motoneuronů. Vztah vestibulární činnosti k probouzení systému.

Referát o vlastních kvantifikovaných měřeních polohových závislostí v sestavě čtyřiceti dospělých spastických nemocných. **Nebyly zjištěny závislosti klí-**

dové aktivity spastických svalů na poloze hlavy v prostoru (tj., nebyly potvrzeny tzv. tonické polohové reflexy labyrintové) u dospělých spastiků. **Byly zjištěny významné rozdíly v klidové aktivitě spastických svalů v závislosti na poloze těla na podložce.** Pro rozdělení klidové aktivity spastických svalů dospělého člověka je rozhodující somatosenzorická aferentace a nikoliv labyrint. Tato skutečnost je v souladu s konvergencí vzruchů na jaderné vestibulární a míšní úrovni. Nepodmíněné patologické polohové reflexy se manifestují, když vyslání labyrintu není v mozgovém kmeni a v míše rušeno — tak tomu je u novorozenců a v decerebračních podmínkách.

V další krátké kapitole jsou pojednány **hluboké reflexy šíjové u decerebrovaného zvířete**, jak je popsal Magnus a de Kleijn.

Nové poznatky o organizaci krční míchy. Hluboký šíjový reflex je reflexem spínálním, nikoliv supraspínálním. Jsou známy generátory reflexu (pomalu se adaptující receptory kloubních pouzder C1 — C2) i efektory (motoneurony C5 — C7 a příslušné svaly), zůstává neznáma přenosová dráha. Byla prokázána kontrola hlubokých šíjových reflexů Deitersovým jádrem a flocculem a nodulem mozečku. Odpověď krčních motoneuronů je nestálá v latenci i amplitudě. Nesplňuje požadavky pro název reflex. **Mechanismy tzv. symetrických hlubokých šíjových reflexů se liší od asymetrických.**

Tzv. hluboké reflexy šíjové symetrické — referát o vlastních kvantifikovaných měřeních vlivu postavení hlavy na distribuci klidové aktivity spastických svalů u čtyřiceti dospělých nemocných. Při záklonu hlavy v poloze vleže na břiše bylo pozorováno významné zvýšení klidové aktivity spastických extenzorových svalů. Při předklonu hlavy v poloze vleže na zádech nastalo významné zvýšení klidové aktivity spastických flexorů. Změny aktivity nastupovaly po rozdílné latenci, pomalu se vyvíjely, nepřetržovaly po celou dobu předklonu nebo záklonu. Multisynaptickou charakteristikou odpovídají mechanismům iradiace z aktivního pohybu hlavy. Při změně postavení hlavy je důležitější pohybová perioda než perioda poziční; potvrzují se tím nálezy Ehrhardta a Wagnera. **U tzv. symetrických hlubokých šíjových reflexů u dospělého člověka při vědomí se nejedná o polohový reflex, nýbrž o pohybový vzorek zahájený aktivním pohybem hlavy.** Jsou popsány dva základní pohybové vzorky tohoto typu, extenční vleže na břiše a flexní v poloze na zádech. V obou případech směřuje hlava do vzpřímené polohy, která odpovídá makulárnímu minimu labyrintů a fyziologické zrakové nazíračí formě a která je výhodná pro využití v reedukaci pohybu trupu a pletenců (technika vzpřímené hlavy).

Tzv. hluboké šíjové reflexy asymetrické — referát o vlastních pozorováních u 27 dospělých. Při pohledu na cíl 60° od střední čáry nastupovala rotace hlavy a trupu stejným směrem, spojená se stejnosměrnou deviací předpažených horních končetin; aktivovaly se pletencové adduktory a abduktory ve smyslu hlubokých šíjových reflexů. Avšak při pohledu na cíl vzdálený 135° od střední čáry nastoupila ve 2/3 měření protisměrná deviace trupu a paží, aktivovaly se adduktory a abduktory proti smyslu hlubokých šíjových reflexů. Mechanismy optické fixace a oční centrace převládly nad vazbou mezi receptory C1 — C2 a motoneurony C5 — C7. **U tzv. asymetrických hlubokých šíjových reflexů dospělého člověka při vědomí nejsou splněny základní podmínky nepodmíněného reflexu — stálost a kvantitativní závislost na stupni podráždění.** Sdrůžení pohybu hlavy se stejnosměrným pohybem trupu a končetin je sice nepevné, ale neobvykle časté. **Nejde tedy o (nepodmíněný) polohový reflex, nýbrž o pohybový, resp. polohový vzorek.** Pohyb hlavy je často podnícen optickou orientační reakcí. Je to pohybový vzorek zahájený pohledovou deviací a ukon-

čený pohledovou centrací a akcí horních končetin. Jsou popsány pohybové vzorky řízené tímto principem **pohled — ruka** výhodné pro široké použití v rehabilitaci hybnosti.

Jsou zhodnoceny tzv. **synkinézy**, které se používají pro facilitaci „hlubokých asymetrických šíjových reflexů“. Probíhají za podmínek Valsalvova pokusu. Změny svalového tonu nebo pohybový efekt spastických končetin nejsou při synkinézách způsobeny rotací hlavy, nýbrž **inspiračním zvýšením nervovosvalové dráždivosti převažujících spastických svalů.**

L. STEJSKAL

THE INFLUENCE OF RESPIRATION AND POSTURE ON MOVEMENT

Summary

Two communications, „The Influence of Breathing on Movement“ and „The Influence of Postural Mechanisms on Movement“ form one entity. For technical reasons it was necessary to divide it into two parts. **The respiratory activities influence the postural ones.** Some postural mechanisms are directly dependent on the inspiratory phase of breathing.

THE INFLUENCE OF POSTURAL MECHANISMS ON MOVEMENT

The unconditioned reflex is unlearned, uniform, its character is adjustive or protective, it requires the excitation of peripheral receptors, the components of the input being identifiable in the pattern of the output (Bizzi and Evars, 1971). Do the „postural reflexes“, when clinically evaluated, fulfill these postulates?

The terminology is cleared up — the posture, the position, the labyrinthine reflex, the deep neck reflex, the occurrence of postural reflexes in the experiment and their dependence on the decerebrate sections of the brain-stem.

A review is given on when and how **the pathologic postural reflexes** have been described in the human being (from „classical“ authors of the nineteenth twenties up to Bobath, Fay and Vojta) and how **the physiological postural reflexes** in man were identified (Hellebrandt, „dynamic postures“ by Tadeishi Fukuda). It is confirmed that knowledge on human postural reflexes was mostly achieved by simple visual or photographic observation.

Satisfactory quantitative laboratory measurements of postural activities in man have been performed only to clarify **the mechanisms of the erect position**

of the body. Easy standing is made possible by the perfect balance of the body on the support, the short-term slight contractions of the tibialis anterior muscle and of the gastrosoleus muscle being very important in these „re-adjustments of posture“. The postural control system governing the balance is triggered by the supraspinal mechanisms, predominantly by the eyes and labyrinths, and by the spinal stretch reflexes. According to the latest information, the significance of the supraspinal influences predominates.

In a short chapter, **postural labyrinthine reflexes** as originally described by R. Magnus **in the decerebrate animal are mentioned.**

Basic information is given on the activities of the vestibular system with special reference to the morphology and impulsing of the macular (utricle and saccule) haircells. The convergence of labyrinthine impulses in vestibular nuclear units from the anterior lobe and cerebellar nuclei and from the reticular formation of the pontine and bulbar tegmentum. The transfer of the elaborated vestibular nuclear signal by the vestibulo-spinal pathway to the spinal interneurons and after presynaptic modulation to the motoneurons is described, too, and the interference of vestibular and extravestibular signals in motoneurons. Lastly, the relations of vestibular activity to the arousal system are mentioned.

In 40 adult patients stabilized on the tilt table, **no evidence was found that the amount of activity at rest in spastic muscles depends on the position of the head in space.** The influence of postural labyrinthine reflexes (Magnus) was not confirmed. **The activity in spastic extensor muscles was significantly higher in the prone position. The activity in spastic flexor muscles was significantly higher in the supine position.** Extralabyrinthine forces (impulses from joint receptors, tonic stretch reflexes and exteroceptive reflexes) are assumed to be decisive in these changes, and not the labyrinthine haircells. This is in accordance with the convergence and interference of the labyrinthine impulses with the extralabyrinthine at the nuclear vestibular and spinal level. Only in ischemic decerebrate rigidity, when the vestibular operate feed-back control system and the spinal operated feed-forward system are eliminated and the patient is in deep coma, have the labyrinthine postural reflexes a chance to show their effects. We failed to show labyrinthine reflexes in spastic hypertonia in a non-decerebrate adult with well preserved consciousness. **The position of the body on the support was shown to be decisive for the distribution of the activity at rest in the hypertonic muscles.**

Shortly **deep neck reflexes** as originally described by Magnus and De Kleijn **in a decerebrate animal are stated. New knowledge on the functional organization of the cervical spinal cord is mentioned.** The deep neck reflex is a spinal reflex and not a supraspinal one. The deep neck reflex originates in slowly adapted receptors of the joint capsules C 1 — C 2 and is realized by motoneurons predominantly at the level C 5 — C 7, by their final common pathways and the appropriate muscles; the exact mode of association between receptors and effectors however remains unknown. The latency and amplitude of the response of cervical motoneurons is inconstant. The supraspinal control of deep neck reflexes by Delters nuclei and by flocculonodular lobes was ascertained. The mechanisms of symmetric deep neck reflexes differ from the mechanisms of asymmetric deep neck reflexes.

In 40 adult spastic patients the symmetric deep neck reflexes were examined. The patient actively flexed his head forwards or backwards. Significant

increase in the activity at rest in spastic flexor muscles on ventral flexion of the head in the supine position was found. Significant increase in the activity at rest in spastic extensor muscles on dorsal flexion of the prone position was also found. The responses were delayed and developed slowly. The phenomena of summation were observed. After having reached the maximum, the activation did not remain unchanged during the entire period of the new head position. A gradual weakening of the activity with deceleration of discharges often developed. It is concluded that in the adult spastic patient the responses have multisynaptic characteristics and that irradiation of the activity from the neck and nape muscles to the muscles of the trunk and limbs is decisive in these changes. The „movement period“ is more important than the „position period“. The previous observations by Ehrhardt and Wagner (1971) were confirmed. Because of the lack of uniformity of these responses in the adult spastic patient in these conditions, **the term „symmetric deep neck reflexes“ should be replaced by the more adequate term „movement patterns“ or „motor responses to changes in position of the head“.** Two basic movement patterns of this type are described, the extension one in the prone position and the flexion one in the supine position. In both cases the head is directed towards the erect position in which the activity of the population of labyrinthine macular haircells is minimum and in which the angle of optic perception of space is usual. The „technique of the erect head“ is advantageous as a facilitatory measure in motor reeducation.

In 27 adult subjects the **asymmetric deep neck reflexes** were examined. The patient actively turned his head either to the left or to the right, while his arms were raised (Hoff-Schilder maneuver). When the degree of rotation of the head was slight, the trunk and arms deviated in the same direction. When the rotation of the head was extreme, and reached behind the shoulder, the trunk and arms often reversed the direction of deviation. The effect of asymmetric deep neck reflexes, was not confirmed. Visual perception and the mechanism of focusing are assumed to be decisive in these changes and predominating over the connections between receptors of the joint capsules C 1 — C 2 and motoneurons C 5 — C 7. The head turns toward the object of interest in the visual field by the mechanism of eye-centering (Bender) and influences the position of the trunk and motor patterns of the upper extremities. In the so-called asymmetric deep neck reflex of the adult man the basic postulates of an unconditioned reflex (constancy and proportion) are not fulfilled. The association of the rotational movement of the head with the ipsilateral rotation of the trunk and deviation of the limbs is usual but inconstant. **The term „asymmetric deep neck reflex“ in these conditions should be replaced by the more adequate term „movement pattern“ or „postural pattern“.** These patterns are initiated by the deviation of the eyes and terminated by centering of the eyes and by action of the hand(s). The technique „eyes — hand“ is advantageous as a facilitatory measure in motor reeducation.

So-called „synkineses“ used for facilitation of the „asymmetric deep neck reflexes“ are evaluated. The „synkineses“ are vigorous movements against resistance associated with the Valsalva maneuver. The changes of the muscle tone or the motor effects in spastic limbs are **due to the inspiratory augmentation of the neuromuscular excitability of predominating spastic muscles** and not to the rotation of the head.

L. STEJSKAL

DER EINFLUSS DES ATMENS UND DER LAGE AUF DIE BEWEGUNG

Zusammenfassung

Zwei Aufsätze, „Der Einfluss der Atemphase auf die Bewegung“ und „Der Einfluss der Lagemechanismen auf die Bewegung“ bilden ein Ganzes. Nur aus technischen Gründen werden sie separat mitgeteilt. **Die in der heiden Aufsätzen beschriebenen Bewegungserscheinungen hängen eng zusammen.** Einige von den vorausgesetzten Lagereflezen sind von der Atemphase abhängig.

DER EINFLUSS DER LAGEMECHANISMEN AUF DIE BEWEGUNG

Der unbedingte Reflex ist nichtlernt, unveränderlich und von der Reizung des peripheren Receptors derart abhängig, dass die Reflexantwort dem Reiz angemessen ist. Erfüllen „die Lagerefleze“ — klinisch gewertet — diese Anforderungen? Es wird die Nomenklatur abgeklärt: die Lage, die Stellung, der Labyrinth- und Halsreflex, sein Vorkommen im Experiment und seine Abhängigkeit von den Decerebrationsschnitten am Hirnstamm.

Es folgt die Übersicht, wie und wann **die pathologischen Lagerefleze beim Menschen** festgestellt wurden (von den Klassikern der zwanziger Jahre bis zu der Rehabilitationsschulen von Bobath, Fay and Vojta), und wie die menschlichen „**physiologischen Lagerefleze**“ identifiziert wurden (die Schule von Hellebrandt, „die dynamischen Lagen“ von Tadeishi Fukuda). Es wird konstatiert, dass Erkenntnisse dieser Art überwiegend mittels blosser oder photographischer Aspxion gewonnen wurden.

Quantitative Labormessungen der Lageabhängigkeiten beim Menschen sind bisher nur zur Abklärung der aufrechten Körperstellung durchgeführt worden. **Die aufrechte Körperhaltung** im Stehen ist durch eine perfekte Balanzierung gesichert, bei der wechselhafte Kontraktionen den Extensoren und Flexoren der Füße (M.tibialis ant. und M.gastrosolues) das relativ höchste Mass aufweisen. Das Lagekontrollsystem, das das Gleichgewicht steuert, wird einerseits durch die supraspinale Mechanismen, hauptsächlich durch die Blickregelung und das Labyrinth, in Gang gesetzt, andererseits durch die Dehnungsrefleze verwirklicht. Nach den letzten Erkenntnissen am gesunden Menschen überwiegt die Bedeutung der ersten Mechanismen.

In einem kurzen Kapitel wurden **die Labyrinth-Lagerefleze** beim decerebrierten Tier erwähnt, wie sie von R. Magnus beschrieben worden sind.

Die Grundangaben von der Tätigkeit des Vestibularsystems werden insbeson-

dere mit Hinsicht auf Generatoren tonischer (statischer) Lagerefleze, d.h. auf die Macula utriculi und sacculi angeführt. Weiter werden beschrieben die Haarzelle und ihre Aktivität, die Konvergenz der Signale in den Vestibulariskernen, die Interferenz der Labyrinthsignale mit denen von der Kleinhirnrinde (der Lobus anterior), von den Kleinhirnkernen, der retikulären Formation des Tegmentums und der Oblongata, die Leitung des verarbeiteten Signals über die vestibulo-spinale Bahn in die Interneuronen des Rückenmarks, die präsynaptische Modulation der Interneuronen und Motoneuronen, die Interferenz der vestibulären und extravestibulären Signale in den Motoneuronen und die Beziehung der vestibulären Tätigkeit zu dem Wecksystem.

Das Referat über Quantitätsmessungen an einem Krankengut von 40 erwachsenen Spastikern: **Keine Abhängigkeit der Ruheaktivität spastischer Muskeln von der Kopflage im Raum ist bei Erwachsenen festgestellt worden.** Keine tonischen Labyrinth-Lagerefleze sind bestätigt worden. **Es bestehen bedeutungsvolle Unterschiede in der Ruheaktivität der spastischen Muskeln in der Rückenlage und in der Bauchlage.** Für die Verteilung der Ruheaktivität spastischer Muskeln des Erwachsenen ist die somatosensorische Afferenz und nicht das Labyrinth entscheidend. Diese Tatsache steht im Einklang und in den Motoneuronen. Die unbedingten pathologischen Lagerefleze manifestieren sich nur wenn eine Hirnstammläsion diese physiologische Interferenz aufhebt. So ist es beim Neugeborenen, wo die Interferenz und Hemmung noch nicht völlig entwickelt ist, und unter den Decerebrationsbedingungen.

In einem kurzem Kapitel werden **die tonischen Halsrefleze bei decerebriertem Tier** behandelt, wie sie von Magnus und De Kleijn beschrieben worden sind.

Neue Erkenntnisse über die Organisation des Halsmarks. Der tonische Halsreflex ist ein Spinalreflex, kein Supraspinalreflex. Die Reflexgeneratoren (sich langsam adaptierende Gelenkkapselrezeptoren in der Höhe von C 1 — C 2) und die Effektoren (Motoneuronen C 5 — C 7 und die zugehörige Muskeln) sind bekannt. Die Kontrolle der Halsrefleze durch den Deiters-Kern mit Floculus und Nodus ist nachgewiesen worden. Die Antwort der cervikalen Motoneuronen ist unbeständig in Latenz und Amplitude und erfüllt nicht die Anforderungen für die Benennung als Reflex. **Mechanismen der sog. symmetrischen tonischen Halsrefleze unterscheiden sich von den asymmetrischen.**

Die sog. symmetrischen tonischen Halsrefleze sind im Referat über Quantitätsmessungen des Einflusses der Kopfstellung auf die Distribution der Ruheaktivität spastischer Muskeln an 40 erwachsenen Kranken beschrieben. Beim Anheben des Kopfes in der Bauchlage wurde eine bedeutungsvolle Steigerung der Ruheaktivität spastischer Extensoren beobachtet. Beim Kopfsenken in Rückenlage entstand eine bedeutungsvolle Steigerung der Ruheaktivität spastischer Flexoren. Die Aktivitätsveränderungen traten nach verschiedener Latenz ein, entwickelten sich langsam und überdauerten nicht die ganze Zeit der Kopfsenkung oder Kopfhhebung. Nach der multisynaptischer Charakteristik entsprachen sie der Irradiation der Aktivität den Halsmuskeln. Bei Veränderung der Kopfstellung ist die Bewegungsperiode wichtiger als die Positionsperiode. Dadurch wurden die Befunde von Ehrhardt und Wagner bestätigt. **Bei den sog. symmetrischen tonischen Halsreflexen bei Erwachsenen, die nicht bewusstlos sind, handelt es sich um keinen Stellreflex, sondern um ein mittels aktiver Bewegung ausgelöstes Bewegungsmuster (movement pattern).** Es wurden zwei Bewegungsmuster diesen Typs beschrieben: Das Extensionsmuster in Bauchlage und das Flexionsmuster in Rückenlage. In beiden Fällen nimmt

der Kopf die Aufrechtstellung, die dem maculärer Minimum beider Labyrinth und der physiologischen Blickregelung entsprechen und für die Reeducation der Rumpf- und Extremitätenbewegung vorteilhaft sind (die Technik der Aufrechtstellung des Kopfes).

Die sog. asymmetrischen tonischen Halsreflexe. Das Referat umfasst eigene Beobachtung an 27 Erwachsenen. Beim Blickziel in 60 Grad von der Mittellinie erfolgte die Kopf- und Rumpfrotation in gleicher Richtung und war mit Deviation der vorgestreckten oberen Extremitäten in gleicher Richtung verbunden (Hoff — Schilder Manöver). Die Schultergürteladduktoren und -abduktoren wurden im Sinne der tonischen Halsreflexe aktiviert. Jedoch beim Blickziel in 135 Grad von der Mittellinie kam eine Gegenrichtungsdeviation des Rumpfes und der Arme in zwei Dritteln der Messungen vor. Die Adduktoren und Abduktoren wurden gegen den Sinn der tonischen Halsreflexe aktiviert. Mechanismen der optischen Fixation und Zentration überwogen die funktionelle Verknüpfung der Rezeptoren C 1 — C 2 mit den Motoneuronen C 5 — C 7. **Bei den sog. asymmetrischen tonischen Halsreflexen bei Erwachsenen ohne Störung des Bewusstseins werden die Eigenschaften des unbedingten Reflexes nicht erfüllt.** Die Koppelung der Kopfbewegung an die Rumpfbewegung — und Gliedmassenbewegung in gleicher Richtung ist zwar häufig, aber unfest. **Es handelt sich um keinen unbedingten Stellreflex, sondern um ein Bewegungs- bzw. Stellmuster.** Die Kopfbewegung ist durch die Blickregelung angeleitet. Dieser Bewegungsmuster ist durch die Blickdeviation ausgelöst und mit Blickzentration (Bender) und Obergliedmassenaktion abgeschlossen. Es werden die Bewegungsmuster beschrieben, die nach dem **Blick — Hand — Prinzip** geleitet werden und die für eine breite Anwendung in der motorischen Reeducation vorteilhaft sind.

Es werden **die sog. Synkinesien** besprochen, die für die Bahnung der asymmetrischen tonischen Halsreflexe benützt werden, und die unter Bedingungen des Valsalva — Versuchs ablaufen. Die Veränderungen des Muskeltonus oder der Bewegungseffekt der spastischen Gliedmassen sind bei der Synkinesien nicht durch Kopfrotation, sondern **durch Inspirationssteigerung der neuromuskulären Erregbarkeit** überwiegender spastischer Muskeln hervorgerufen.

L. STEJSKAL

INFLUENCE DE LA RESPIRATION ET DE LA POSTURE SUR LE MOUVEMENT

Résumé

Les deux articles „Influence de la respiration sur le mouvement“ et „Influence de la posture sur le mouvement“ forment un ensemble unique. C'étaient des raisons techniques qui imposaient leur séparation, mais **les phénomènes motrices qui sont décrits dans les deux parties sont en rapport les uns avec les autres.** Quelques-uns des réflexes de posture supposés dépendent de la phase respiratoire.

INFLUENCE DES MÉCANISMES DE POSTURE SUR LE MOUVEMENT

Le réflexe inconditionné n'est pas acquis, il est invariable et dépend de l'excitation du récepteur périphérique de sorte que la réponse soit proportionnelle au stimulus. „Les réflexes de posture“, appréciés de vue clinique, répondent-ils à ces conditions-ci? La nomenclature et traitée — posture, position, réflexe tonique du labyrinthe, réflexe profond du cou, présence dans l'expérience — dépendance des coupes décérébrales.

La récapitulation suivante met en présence la manière de faire constater **les réflexes de posture pathologiques** chez l'homme (méthode utilisée par les auteurs classiques à partir de la deuxième dizaine de notre siècle jusqu'aux écoles de rééducation de Bobath, Fay et Vojta) et la mode d'identification **des réflexes de posture physiologiques** humains (l'école de Hellebrandtová, „postures dynamiques“ de Tadeishi Fukuda). On constate que telles connaissances ont été faites dans la plupart par l'aspect simple ou par la photographie.

Jusqu'à présent, les mesures quantifiées de laboratoire concernant les dépendances de posture chez l'homme n'ont été réalisées qu'au but d'expliquer la posture debout. **La position redressée du corps dans la station debout** (verticale) est assurée par un équilibre parfait pendant lequel ce sont les contractions alternatives des extenseurs et flexisseurs des pieds (m.tibialis ant. et m.gastrosoleus) qui jouent un rôle le plus actif. Le système du contrôle de posture qui dirige l'équilibre est mis en marche d'une part par des mécanismes supra-spinaux, surtout par la vue et par le labyrinthe, d'autre part par les réflexes myotatiques. Selon les connaissances récentes, chez l'homme

sain, ce sont les mécanismes mentionnés en premier lieu qui sont les plus importants.

Dans un court chapitre on fait remarquer **les réflexes de posture labyrinthiques chez l'animal décérébré** décrits par R. Magnus.

Les données fondamentales sur les actions du système vestibulaire, surtout vu les générateurs des réflexes de posture toniques (statiques), c'est-à-dire vu la macule de l'utricule et du saccule. La morphologie des cellules sensorielles ciliées, les principes de leur excitation. La convergence des signaux au niveau des noyaux vestibulaires. L'interférence des signaux du labyrinthe et ceux de la substance corticale du cervelet (lobe antérieur), des noyaux du cervelet, de la formation réticulaire de la calotte cérébrale et de la moelle épinière. Le transport du signal élaboré qui se fait par la voie vestibulo-spinale vers les interneurons de la moelle épinière et après la modulation présynaptique vers les motoneurons. L'interférence des signaux vestibulaires et extra-vestibulaires au niveau des motoneurons. Le rapport de l'action vestibulaire au système de réveil.

L'information sur les mesures quantifiées traitant l'influence de posture dans l'ensemble de quarante malades spastiques adultes. **Aucune dépendance de l'activité de repos des muscles spastiques en rapport à la position de la tête dans l'espace n'a été observée** (c'est-à-dire les soi-disant réflexes de posture toniques de labyrinthe n'ont pas été confirmés). On a constaté **des différences significantes dans l'activité de repos des muscles spastiques en dépendance de la posture du corps couché sur le support**. Pour la distribution de l'activité de repos des muscles spastiques chez l'homme adulte, ce n'est pas le labyrinthe, mais l'afférentation somato-sensorielle qui est déterminante. Ce fait correspond avec la convergence des réponses au niveau des noyaux vestibulaires et au niveau de la moelle épinière. Les réflexes de postures inconditionnés pathologiques se manifestent si l'afférentation du labyrinthe dans le tronc cérébral et dans la moelle épinière n'est pas inhibée; ça se fait chez les nouveau-nés et dans les conditions de décérébration.

Le chapitre suivant traite **les réflexes du cou profonds chez un animal décérébré** décrits par Magnus et de Kleijn.

Les nouvelles notions de l'organisation de la moelle épinière cervicale. Le réflexe cervical profond n'est pas un réflexe supra-spinal, mais spinal. On connaît des générateurs du réflexe (récepteurs des capsules articulaires C 1 — C 2 qui se adaptent lentement) et des effecteurs (motoneurons C 5 — C 7 et les muscles correspondants), tandis que la voie du transfer reste inconnue. Le contrôle des réflexes cervicaux profonds exécuté par le noyau de Deiters, par le floccule et par le nodule du cervelet était prouvé. La réponse des motoneurons cervicaux concernant la latence et l'amplitude est labile. Elle n'est pas apte à porter le nom de réflexe. **Les mécanismes des soi-disants réflexes du cou profonds symétriques diffèrent de ceux qui sont asymétriques.**

Les soi-disants réflexes cervicaux symétriques — rapport sur les mesures quantifiées traitant l'influence de la position de la tête en relation vers le tronc sur la distribution de l'activité de repos des muscles spastiques chez quarante malades adultes. Pendant la rétroflexion de la tête en arrière faite dans la posture couché sur l'abdomen on a observé un accroissement significatif de l'activité de repos des muscles extenseurs spastiques, tandis que une augmentation importante de l'activité de repos des fléchisseurs spastiques s'est

présentée pendant la flexion de la tête en avant faite dans la posture couché sur le dos. Les modifications de l'activité se produisaient après une lenteur variée, elles se développaient lentement et ne persistaient pas pendant toute la période de la flexion en avant ni de la flexion en arrière de la tête. Par leur caractéristique multisynaptique elles correspondent au mécanisme d'irradiation provenant du mouvement actif de la tête. Dans le changement de la position de la tête, la période motrice est plus importante que la période de position ce qui confirme les conclusions de Ehrhardt et Wagner. **En ce qui concerne les soi-disants réflexes du cou profonds symétriques chez l'adulte dans l'état conscient, il ne s'agit pas d'un réflexe de posture, mais d'un modèle de mouvement („movement pattern“) commencé par un mouvement actif de la tête.** On décrit deux modèles de mouvement fondamentaux de ce type-ci: le modèle de l'extension dans la situation couchée sur l'abdomen et celui de la flexion dans la posture sur le dos. Dans les deux cas, tête se dirige vers la posture redressée qui correspond au minimum de l'activité des macules des labyrinthes et à la forme physiologique du plan du regard la plus fréquente. Cete posture-ci offre de gros avantages pour la rééducation motrice du tronc et des ceintures des membres (**technique de la tête redressée**).

Les soi-disants réflexes cervicaux profonds asymétriques — rapport sur les observations chez 27 adultes. Si l'on regarde un but se trouvant 60° éloigné de la ligne médiane, la rotation de la tête et du tronc se réalise en même côté et les membres supérieurs tendus en avant dévoient en même côté aussi; les adducteurs et abducteurs de la ceintures scapulaires sont activés en ce qui concerne les réflexes cervicaux profonds. Mais, si l'on regarde un but éloigné 135° de la ligne médiane, on trouve, dans 2/3 des mesures, une déviation du tronc et des bras vers le côté opposé; les adducteurs et abducteurs sont activés dans le sens contraire aux réflexes cervicaux profonds et prouvaient que les mécanismes de la fixation optique où les yeux passent de la position déviée aux centres des orbites et associés avec le mouvement des membres supérieurs dominaient le rapport entre les récepteurs C 1 — C 2 et les motoneurons C 5 — C 7.

Dans les soi-disants réflexes cervicaux profonds asymétriques de l'homme adulte étant en pleine connaissance, deux qualités fondamentales du réflexe inconditionné — la stabilité et la dépendance quantitative du degré d'excitation — ne sont pas accomplies. L'association du mouvement de la tête avec le mouvement du tronc et des membres est extraordinairement fréquente, mais labile. Alors, **il ne s'agit pas d'un réflexe (inconditionné) de posture, mais d'un modèle de mouvement (movement pattern), ou bien d'un modèle de posture (postural pattern).** Le mouvement de la tête est souvent provoqué par une réaction optique d'orientation. C'est le modèle de mouvement commencé par la déviation du regard et terminé par les yeux situés aux centres des orbites (à l'aide de la rotation de la tête) et par l'action des membres supérieurs. On décrit les modèles de mouvement qui sont commandés selon **le principe regard — main** et favorables pour une large utilisation dans la rééducation de la motilité.

On a apprécié l'importance des soi-disants syncinésies lesquelles sont utilisées pour faciliter „les réflexes profonds asymétriques“. Ils se passent dans les conditions de l'expérience de Valsalva. Les changements du tonus musculaire ou les mouvements des membres spastiques pendant les syncinésies ne sont pas provoqués par la rotation de la tête, mais par **l'excitation inspiratoire neuro-musculaire élevée des muscles spastiques prédominants.**

Л. СТЕЙСКАЛ

ВЛИЯНИЕ ДЫХАНИЯ И ПОЛОЖЕНИЯ НА ДВИЖЕНИЕ

Резюме

Статьи «Влияние дыхательной фазы на движение» и «Влияние механизмов положения на движение» представляют собой одно целое. По техническим причинам оказалось необходимым отделить их. Однако описываемые в обеих частях явления движения взаимосвязаны. Некоторые из предполагаемых рефлексов положения зависят от дыхательной фазы.

ВЛИЯНИЕ МЕХАНИЗМОВ ПОЛОЖЕНИЯ НА ДВИЖЕНИЕ

Безусловный рефлекс, являясь незаученным, устойчивым, зависит от раздражений периферического рецептора таким образом, что ответная реакция соразмерна раздражению. Удовлетворяют ли «рефлексы положения» в клиническом отношении таким требованиям? Выясняются термины — положение, позиция, лабиринтный и шейный рефлексы. Встречаемость в экспериментах — зависимость от децеребрационных перерезок.

Затем следует обзор методов установления патологических рефлексов положения у человека в прошлом (начиная с классиков двадцатых годов и реабилитационными школами Bobath, Fay и Vojta кончая) и методов идентификации «физиологических рефлексов положения» (школа Hellebrandt, «динамические положения» Tadashi Fukuda). Отмечается, что заключения этого рода делались преимущественно на основании непосредственного наблюдения или рассмотрения фотоснимков.

Количественные лабораторные измерения постуральных зависимостей проводились до сих пор лишь с целью выяснить стоячее положение. Выпрямленная осанка в стоячем положении обеспечивается посредством совершенно точной балансировки, причем наиболее активную роль выполняют перемные сокращения разгибателей и сгибателей нижних конечностей (m. tibialis ant. и m. gastrosoleus). Систему контроля за положением тела, регулирующую равновесие, приводят в движение супрапинальные механизмы, главным образом зрительный аппарат вместе с лабиринтом, а также разгибательные рефлексы, причем, по новейшим данным, у здорового человека более важными оказываются первые.

В краткой главе напоминает о лабиринтных рефлексах положения у децереброванных животных, описанных Р. Магнусом.

Основные данные о функции вестибулярного аппарата, в частности об источниках тонических (статических) рефлексов положения, т. е. о макулах utriculus а и sacculus'a. Морфология волосковой клетки, принципы генерирования ею сигналов. Конвергенция сигналов на уровне вестибулярных ядер. Интерферирование лабиринтных сигналов с сигналами из коры мозжечка (передней доли), ядер мозжечка, ретикулярного покрова моста и из спинного мозга. Передача обработанного сигнала по вестибулярно-спинальному пути к спинномозговым интернейронам и после пресинаптической модуляции к мотонейронам. Интерферирование вестибулярных

сигналов с вневестибулярными на уровне мотонейронов. Отношение деятельности вестибулярного аппарата к системе пробуждения.

Сообщение о собственных количественных измерениях постуральных зависимостей на группе сорока взрослых спастических больных. Зависимость активности спастических мышц в покое от положения головы в пространстве у взрослых спастических больных не были обнаружены (т. е. не подтвердилось наличие т. наз. лабиринтных тонических рефлексов положения). Были установлены важные различия в активности спастических мышц в покое, зависящие от положения тела на подкладке. Для разделения активности спастических мышц в покое у взрослого решающей является соматосенсорная афферентация, а не лабиринт. Этот факт согласуется с конвергенцией возбуждений на ядерном вестибулярном уровне и на спинномозговом уровне. Не обусловленные патологические рефлексы положения проявляются тогда, если в мозговом стволе и в спинном мозге не создаются помехи передачам из лабиринта — так бывает у новорожденных и в условиях децеребрации.

В следующей краткой главе рассматриваются глубокие шейные рефлексы у децереброванного животного, описанные Р. Магнусом и де Клейном (de Kleijn).

Новые сведения об организации шейного отдела спинного мозга. Глубокий шейный рефлекс представляет собой спинальный рефлекс а не супраспинальный. Известны источники рефлекса (медленно адаптирующиеся рецепторы суставных сумок C1 — C2) и эффекторы (мотонейроны C5 — C7 и соответствующие мышцы), неизвестным остается путь передачи. Доказано, что глубокие шейные рефлексы контролируются ядром Лейтерса и flocculus-ом и узелком мозжечка. Ответная реакция шейных мотонейронов неустойчива по латентности и по амплитуде. Она не удовлетворяет требованиям, которые позволили бы называть ее рефлексом. Механизмы т. наз. симметрических глубоких шейных рефлексов отличаются от несимметрических.

Т. наз. симметрические глубокие шейные рефлексы — сообщение о собственных количественных измерениях влияния положения головы на распределение активности спастических мышц в покое у сорока взрослых больных. При наклоне головы назад в положении лежа на животе наблюдалось значительное повышение активности спастических разгибательных мышц в покое. Изменения активности наступали после скрытого периода разной длины, развивались медленно, продолжались не весь период наклона головы вперед или назад. По своей мультисинаптической характеристике соответствуют механизмам иррадиации из активного движения головы. При изменении положения головы период движения оказывается более важным, чем позиционный период, тем самым подтверждаются заключения Эргардта (Ehrhardt) и Вагнера (Wagner). В случае т. наз. глубоких шейных рефлексов у взрослого человека в сознании мы имеем дело не с рефлексом положения, а с образцом движения (movement pattern), начинающимся с активного движения головы. Описаны два основных образца движения этого типа, экстенсорный лежа на животе и флексорный лежа на спине. В обоих случаях голова направляется в нормальное положение, соответствующее макулярному минимуму лабиринтов и физиологическому зрительному восприятию, удобное также для использования при восстановлении движения туловища и поясов (техника выпрямленной головы).

Т. наз. несимметрические глубокие шейные рефлексы — сообщение о собственных наблюдениях на 27 взрослых. При взгляде на цель в 60° в сторону от срединной линии происходил поворот головы и туловища в том же направлении, сочетающийся с девиацией в том же направлении вытянутых вперед верхних конечностей; приводящие и отводящие мышцы поясов активизировались соответственно глубоким шейным рефлексам. Однако при взгляде на цель, отдаленную 135° от срединной линии в двух третях измерений имела место девиация туловища и верхних конечностей в обратном направлении, приводящие и отводящие мышцы активизировались не согласно глубоким шейным рефлексам. Механизмы фиксации зрения и центрации глаз получали перевес над связью между рецепторами C1 — C2 и мотонейронами C5 — C7. Т. наз. глубокие шейные рефлексы взрослого человека в сознании не удовлетворяют основным требованиям безусловного рефлекса — устой-

чивости и количественной зависимости от степени раздражения. Сочетание движения головой с движением туловища и конечностей в том же направлении хотя и не крепкое, но весьма частое. Значит, мы имеем дело не с (необусловленным) рефлексом положения, а с образцом положения или движения. Движение головы нередко вызывается зрительной ориентировочной реакцией, начинающейся с отклонения взгляда и завершающейся центрацией взгляда и движением верхних конечностей. Описываются образцы контроля движения, опирающиеся на принцип взгляд — рука, удобные для широкого применения в деле восстановления двигательных способностей.

Получают оценку т. наз. синкинезы, применяемые для облегчения «глубоких несимметрических шейных рефлексов». Они имеют место в условиях опыта Вальсальвы. Изменения мышечного тонуса или двигательный эффект спастических конечностей вызываются при синкинезах не вращением головы, а вдыхательным увеличением нейромышечной раздражимости преобладающих спастических мышц.