

PREHLADNÝ REFERÁT

MERANIE ÚCHOPOVEJ SILY V REUMATOLÓGII

M. KOUDELKA, R. ŽÁK¹, B. RUJBROVÁ, M. TALANDA², M. SOJÁKOVÁ³

GRIP STRENGTH MEASUREMENT IN RHEUMATOLOGY

Ústav materiálov a mechaniky strojov Slovenskej akadémie vied, Bratislava

Riaditeľ: Ing. V. Giba, CSc.

¹Prírodné liečivé kúpele Číž a.s., Číž

Lekársky riaditeľ: MUDr. R. Žák

²Fakulta elektrotechniky a informatiky Slovenskej technickej univerzity, Bratislava

Vedúci: doc. Ing. J. Čuchran, CSc.

³Subkatedra telovýchovného lekárstva Inštitútu pre ďalšie vzdelávanie pracovníkov a zdravotníctve, Bratislava

Vedúca: doc. MUDr. H. Lukáčová, CSc.

Súhrn

Autori analyzujú pohybové ústrojenstvo z biomechanického hľadiska a osobitne základnú funkciu ľudskej ruky — úchop. Kvalitu pohybovej schopnosti ruky možno hodnotiť na základe merania síl, ktoré sú schopné jednotlivé segmenty ruky vyvinúť. Úchopová sila zdravej a chorej ruky je zrejme rozdielna a tvar uchopeného predmetu túto silu určite ovplyvňuje. Tieto parametre majú hodnotu a ich meranie je veľmi dôležitým kritériom pre zdravú aj chorú ruku z hľadiska dynamického posudzovania funkčných schopností, prípadne možnosti kĺbovo-svalového aparátu ruky.

Kľúčové slová: biomechanika pohybového ústrojenstva, biomechanika ruky, hrubý úchop, jemný úchop, meranie síl.

Summary

The authors present an analysis of the locomotor system from the point of view of the biomechanics, concentrating more specifically on the problem of the basic function of the human hand — the grip. The quality of the hand mobility capacity can be evaluated on the basis of the measurement of the strength which the individual segments of the hand can develop. The grip strength of a healthy and affected hand is obviously different and the shape of the gripped object certainly influences this strength. These parameters have their value and their measurement is a very important criterion for the dynamic evaluation of functional capacities of both the healthy and affected hand, or for evaluation of the possibilities of the articular and muscular system of the hand. **Key words:** biomechanics of the locomotor system, biomechanics of the hand, large grip, fine grip, measurement of the strength.

ÚVOD

Jednou z úloh biomechaniky v medicíne je metodicky skúmať systémové mechanické problémy buniek, bunkových štruktúr a medzibunkovej hmoty, odhaľovať ich mechanické vlastnosti v súvislosti s uplatňovaním nových technických prostriedkov v oblasti pohybového, oporného a cievného ústrojenstva a podobne. Zabezpečiť potrebnú a únosnú presnosť vstupných údajov pri meraní určitých parametrov v súvislosti s ich presným technickým vyhodnotením je veľmi ťažké práve tak ako ich dynamické využívanie pre diagnostické, rekonštrukčné alebo prognostické potreby. Faktografický rozbor biomechaniky úchopu ľudskej ru-

ky by mal zabezpečiť metodický prístup k problémom merania silových vlastností — schopností ruky a ich aplikácie vo všetkých odboroch, ktoré ich môžu pri svojej činnosti pozitívne využívať. Jednou z potrebných medicínskych disciplín je reumatológia.

BIOMECHANIKA LOKOMOČNÉHO APARÁTU

Pohybové ústrojenstvo človeka je veľmi dôležitou oblasťou záujmu biomechaniky, ktorej prvé poznatky publikovali Leonardo da Vinci na prelome 15. a 16. storočia a Galileiho žiak Borrelli v 16. storočí, ktorý ako prvý pri

tom použil poznatky z matematiky, fyziky a anatómie (15). U nás už Žák a Bílý (19, 20), Žák a Koudelka (22, 23) a Žák a Dobřík (3, 21) upozornili na potrebu biomechanického aspektu v biológii a poukázali na významnú úlohu určitého nerovnovážneho stavu (kde predpokladáme uplatnenie sa fylogeneticky determinovanej dĺžky svalu alebo vlastnosti kĺbovej chrupky v mieste zafazenia určitou silou na určitú plochu) pri chorobách lokomočného aparátu ako významného faktora pri ochoreniach multifaktoriálneho pôvodu — osobitne stavov po úrazoch a operáciách, ako aj pri chorobách chrbtice. U nás aj Janda (7, 8, 9), Lewit (13, 14), Gúth a Palát (4), Rychlíková (17) a najmä Rejholec (6) potvrdzujú realitu rovnovážneho faktora a jeho mechanický vplyv a význam v koncepcii moderného boja s reumatickými chorobami. Podobnou problematikou sa zaoberajú Brüger (1), Hrazdíra (6) a iní.

CHARAKTERISTIKA RÔZNYCH ZMIEN POHYBOVÉHO APARÁTU

Pohybový prejav každého jednotlivca sa vyznačuje určitými charakteristikami, ktoré závisia od jeho pohybových morfológických alebo funkčných možností a od jeho pohybových schopností. Chorobný stav s prejavom na pohybovom ústrojenstve je charakteristický postihnutím svalov a kostry ako biologickej jednotky s mechanickou funkciou. Jeho výrazom sú isté pohybové charakteristiky a je výsledkom určitej neschopnosti korigovať nerovnovážny stav. Nerovnovážne stavy, ku ktorým dochádza v dôsledku somatometricky definovateľných antropometrických predpokladov či funkčných alebo anatomických zmien, vedú ku zmenám priebehu a miesta pôsobenia generovaných síl pri pohybe. Vznikajú nové a odlišné pohybové vzorce.

Pohybový vzorec je kvantitatívna a kvalitatívna charakteristika pohybu lokomočného aparátu, resp. jeho časti, ktorá prihliada na:

- a) vzájomnú polohu angažovaných segmentov,
- b) možný rozsah pohybu podmienený morfológicky alebo funkčne,
- c) poradie aktivácie (timing) svalov, čím ovplyvňuje lokalizáciu osi otáčania,
- d) generovanie síl určitého smeru a veľkosti.

Pohybový vzorec kĺbu znamená určitý limit realizácie pohybov v kĺbe, resp. spôsob, podľa ktorého sa pohyby v kĺbe obmedzujú. Je nepochybné, že všetky reumatické choroby (okrem iných chorôb) ovplyvňujú a menia aktivity pohybového ústrojenstva. Zmeneným štýlom aktivít dochádza k preťažovaniu niektorých svalových skupín a súčasne k nedostatočnej aktivite iných, z čoho vzniká porucha harmonickej činnosti svalstva — svalová dysbalancia.

MERANIE AKO BIOMECHANICKÁ METÓDA

Únosne a dostatočne presným stanovením potrebných parametrov časti pohybového ústrojenstva sa zisťuje *miera okamžitého deficitu* od fylogeneticky determinovaného rovnovážneho stavu v segmente lokomočného aparátu ako časti mechanického subsystému biologického kontrolného systému človeka. *Okamžitý deficit* môže byť podmienený jednak funkčne, jednak organicky. *Funkčne a reverzibilne* vzniká okamžitý deficit bez štruktúrneho porušenia. Uplatňuje sa poruchou integrovaných funkčných pohybových častí tela (trupu, končatín), či už definovaných na končatinách ako artrón (Gutzeit, 1956) (5). Osobitne dôležitá a charakteristická pre človeka je úchopová funkcia ruky. *Organicky podmienený* okamžitý deficit vzniká nereverzibilnou histologicko-anatomickou deformáciou angažovaných častí pohybového ústrojenstva s dôsledkami v podstate mechanickej povahy a môže byť spôsobený pôsobením sily zvonka, alebo ide o vrodený či získaný defekt tkaniva. *Zistený deficit* znamená individuálnu aktuálnu schopnosť takto reagovať (t.j. kvalita problému) a znamená získanú úroveň širokého spektra opatrení subsystému riadiaceho, mechanického, energetického a imunitného (t.j. kvantita problému) v podstate biologickej povahy v medziach možností genetickej výbavy individua ako biologického kontrolného systému. *Okamžitý rovnovážny stav* je výsledkom adaptácie a podobne ako bolesť je charakterizovaný ako funkcia organizmu jednak *kvalitatívne*, čo vyjadruje úroveň odolnosti voči narušeniu, a jednak *kvantitatívne*, čo je množstvo energie potrebné na jeho udržanie. *Ideálny rovnovážny stav* predstavuje vysoká stabilita subsystému s minimálnou požiadavkou na krytie energie potrebnej na jeho udržanie a s optimálnym mechanickým staticko-dynamickým zaťažovaním štruktúr na determinovaných miestach.

Meranie parametrov jednotlivých segmentov pohybového ústrojenstva je:

- a) identifikácia deficitu,
- b) určenie miery deficitu,
- c) určenie dynamiky deficitu za určitých podmienok zmeny:
 - vnútorného milieua organizmu (od rovnovážneho stavu cez energetický deficit až po chorobu),
 - vonkajšieho prostredia organizmu (od faktorov ozdravujúcich po deštruktívne),
 - určenie stupňa únosnosti deficitu,
 - skúmania možnosti úpravy deficitu či jeho stimulácie,
 - kontrola efektu liečebno-preventívnych opatrení, vrátane rehabilitačných, na celku či jeho častiach (segmentoch).

BIOMECHANIKA RUKY

Schopnosť uchopiť predmet rukou patrí k základným prototypovým činnostiam, ktoré tvoria pohybovú výbavu ruky. V priebehu fylogenetického vývoja sa ľudská ruka prispôbila na pevné uchopenie predmetu rôzneho tvaru a na manipuláciu s ním. Ruka nám vytvára z funkčno-morfologického hľadiska päť lúčov vychádzajúcich z bázy, ktorou je zápästie (11). Môžeme rozlíšiť dva druhy lúčov:

- radiálne lúče, ktorými sú 1., 2. a 3. prst a záprstná kosť; tieto majú výsadné postavenie na ruke a 1. prst je hlavným prstom,
- ulnárne lúče vytvorené 4. a 5. prstom a záprstnou kosťou.

Na tejto báze sa fylogeneticky ustálili tri funkčné časti ľudskej ruky:

- 1. prst — palec ako hlavný prst,
- 2. prst — ukazovák (a 3. prst?),
- (3.), 4. a 5. prst.

Zdá sa, že funkcia 3. prsta nemá stabilné miesto. Je však isté, že ľudská ruka vykonáva väčšinu úkonov medzi palcom a 2., resp., 3. prstom, 4. a 5. prst slúžia akoby pomocné prsty.

Pohyby a úchopovú funkciu ruky podmieňujú z biomechanického hľadiska jej funkčné časti:

- veľkosť a tvar ruky,
- rozsah pohybov v kĺboch ruky a zápästia,
- pružnosť svalov a väzivových štruktúr,
- vzájomný dĺžkový pomer svalov antagonistických skupín,
- stupeň integrácie a koordinácie svalových skupín závislý od viacerých faktorov (neuromyoartrogénnych, morfologických, funkčných).

ÚCHOP ĽUDSKEJ RUKY

Základnými polohami ruky pre úchop sú pokojová poloha a funkčná (pohotovostná) poloha. V princípe je ľudská ruka schopná vykonať dva druhy úchopov (11):

A. Hrubý úchop, ktorý sa uplatnením opozície palca oproti ostatným prstom používa vtedy, ak chceme uchopiť predmet pevne a môžeme naň pritom pôsobiť veľkou silou, ktorá nám však znemožňuje veľmi presný a cielený pohyb. Podľa tvaru uchopeného predmetu rozlišujeme hrubý úchop:

- a) guľovitý,
- b) elipsovité,
- c) kužeľovitý, ktorý diferencujeme podľa toho, či je pri palci väčší alebo menší priemer,
- d) valcovitý.

B. Jemný úchop, ktorý je koordinovanejší, presnejší a vykonávajú ho svaly fylogeneticky mladšie a eo ipso ľahšie podliehajú zmenám: veľmi skoro strácajú schopnosť produkovať silu a koordinovaný pohyb (2). Sú to vysoko diferen-

cované, funkčne úzko špecializované svaly. Podľa úlohy rozdeľujeme jemný úchop na:

- a) okrúhle očko,
- b) plochá štipka,
- c) kľúčový úchop,
- d) pisársky úchop.

ZÁVER

Pohybová výbava ruky je schopnosť pevného uchopenia predmetu rôzneho tvaru a schopnosť týmto predmetom manipulovať. Na to treba určitú svalovú silu, ktorá je podmienená predovšetkým schopnosťou svalových vlákien vykonať dostatočne silnú a koordinovanú kontrakciu. Túto schopnosť ovplyvňuje funkčnosť (kvalita) motorickej jednotky s optimálnym množstvom kontraktívnych svalových vlákien (kvantita) umožňujúcich vyvinúť dostatočnú silu v optimálnom čase. Tieto nároky ovplyvňuje vznik a kvalita prenosu vzruchu nervovým vláknom a nervovosvalovou platničkou závislého od ich morfologických, biochemických a bioelektrických vlastností práve tak, ako sú závislé od tých istých vlastností svalových vlákien a ich súborov v systéme každého svalu s náležitou úrovňou kvality interoseptívnej regulácie jeho činnosti (systému gama). Výsledkom aktivity týchto tkanív je realizácia hrubých, jemných, cielených a diferencovaných pohybov, ako aj zisťovanie kvality prostredia.

Dlhodobá trvajúca bolesť, ktorá nepochybne prenasleduje aj reumaticky chorého človeka, je najčastejšou príčinou invalidity a pohybový systém sa zúčastňuje na tomto stave prevažne. Nezanedbateľnú úlohu tu má svalstvo. Svalová dysfunkcia je priamym zdrojom bolestí, svalová dysbalancia narušuje proces riadenia svalovej koordinácie.

Chorá ruka je dôsledkom narušenia komplexnosti integrovaného procesu výkonu funkcie ruky na úrovni centrálného procesora (mozog), na úrovni prenosu vzruchu a na úrovni efektora (ruka). Vzhľadom na mnohotvárnosť obrazu chorej ruky sú zrejmé prejavy zmien úchopovej funkcie, ktoré je potrebné sledovať v reálnom čase z rôznych hľadísk. Reumatológia si vážnosť problému uvedomila dávnejšie, o čom svedčí zaradenie hoci aj veľmi hrubého „grip“ testu ako súčasť Lansburyho indexu aktivity reumatoidnej artritídy (12), ako aj neskôr Reichtov test, či test SOFI a podobne. U nás roku 1959 Sitaj a spol. (18) sa vyjadrili o úchopovom teste: „... sa pokladá za kritérium, ktoré mimoriadne citlivo reaguje na výkyvy v aktivite zápalu.“ Vzhľadom na rozmanitosť poruchy úchopu sa zdá užitočnejšie meranie a sledovanie nerovnovážnych stavov pri objektivizácii pohybovej aktivity reumatickej ruky pomocou vhodného prístroja.

LITERATÚRA

1. **Brüger, A.:** Über vertebrale, redikuläre und pseudoradikuläre Syndrome. Documenta rheumatologica. Basel, Geigy 1962.
2. **Burton, I.:** The hand. Edinburg—London—Melbourne—New York, Churchill Livingstone 1983.
3. **Dobřík, I., Žák, R.:** Gynekologické ochorenia pri poruchách statiky a dynamiky v oblasti lumbosakrálnej chrbtice a bedrových kĺbov. Čiastková záverečná správa čiastkovej výskumnej úlohy SAV III-3-7/6. Bratislava, SAV 1985.
4. **Gúth, A., Palát, M.:** Bolesťové syndrómy a rehabilitácia. Rehabilitácia, 22, 1989, č. 2? s. 75—82.
5. **Gutzeit, K.:** Anamnese und Klinik der vertebraenen Erkrankungen. Wirbelsäule in Forschung und Praxis. Zv. 1. Stuttgart, Hippokrates Verlag 1956, s. 22—28.
6. **Hrazdára, Č.L. a spol.:** Speciální neurologie. Praha, Avicenum 1980, 336 s.
7. **Janda, V.:** Vyšetřování hybnosti. I. Praha, Avicenum 1972.
8. **Janda, V.:** Funkční svalový test. Praha, Grada 1996, 326 s.
9. **Janda, V., Véle, F., Poláková, Z.:** Funkce hybného systému. Praha, SZdN 1966.
10. **Junghans, H.:** Die funktionelle Röntgenuntersuchung der Halswirbelsäule. Fortschr Röntgenstr, 76, 1952, s. 591—594.
11. **Lánik, V.:** Kineziológia. Martin, Osveta 1990.
12. **Lansbury, J.:** Numerical method of evaluating the status of rheumatoid arthritis. Ann Rheum Dis, 17, 1958, s. 101.
13. **Lewit, K.:** Funkční patologie hybné soustavy. Rehabilitace, 1975, Suppl. 10—11, s. 25—28.
14. **Lewit, K.:** Manipulační léčba v rámci reflexní terapie. Praha, Avicenum 1975, 400 s.
15. **Novák, A.:** Biomechanika tělesných cvičení. Praha, Státní pedagogické nakladatelství 1970, 252 s.
16. **Rejholec, V.:** Koncepce moderního boje s revmatickými nemocemi. Prakt Lék (Praha), 60, 1980, č. 11—12, s. 385—387.
17. **Rychlíková, E.:** Funkční poruchy kloubů končetin. Praha, Avicenum 1980, 194 s.
18. **Sífaj, Š., Žitňanová, E., Niepel, G.:** Úchopový test pri progresívnej artritíde. Fysiat Věst, 37, 1959, s. 129.
19. **Žák, R., Bílý, M.:** Function of hip joint as part of mechanical-biological system. S. 232. In: Abstraktá IV. Congressus Rheumatologicus čechoslovacus cum Participazione Internationali. Piešťany, 1977, 256 s.
20. **Žák, R., Bílý, M.:** The disease of the spine as a failure of the adaptation on static and dynamic loading. S. 87. In: Abstraktá II. Symposium Rheumatologicum Pragense. Praha, 1978, 158 s.
21. **Žák, R., Dobřík, I.:** Biomechanika a ženská panva. Fysiat Věst, 64, 1986.
22. **Žák, R., Koudelka, M.:** The special device for the standard measurement of the deformities of the human body (especially of the spine). S. 123. In: Abstraktá II. Symposium Rheumatologicum Pragense. Praha, 1978, 158 s.
23. **Žák, R., Koudelka, M.:** Meranie s možnosťou simulácie deformácií ľudského tela v postuře. Prakt Lék (Praha), 62, 1982, č. 14, s. 529—530.

Do redakcie došlo 15.11.1996.

Adresa autora: Ing. M. Koudelka, Šalviová 56, 821 01 Bratislava, Slovensko.

B. Saage, M. Steinborn, A. Stabler, P. Schops

SYNDRÓM ZÍSKANEJ HYPEROSTÓZY: KAZUISTIKA
DAS AKQUIRIERTE HYPEROSTOSESYNDROM (AHS): EIN FALLBERICHT

Akt Rheumatol, 21, 1996, s. 291—297.

49-ročná pacientka so psoriázou má od roka 1986 bolesti v krížovej oblasti v súvislosti so zafažením. Roku 1992 spozorovala bolestivý opuch na ľavej kľúčnej kosti. Počas ochorenia sa rtg skiagrafiou, počítačovou tomografiou a magnetickou rezonanciou zistila osteolýza ľavej klavikuly a biopsiou sa vylúčil malígny proces. Pri kostnej scintigrafii sa zistila zvýšená rádioaktivita na hrudnej a bedrovej chrbtici, ako aj na oboch klavikulách a na sternu. Bolesť

v oblasti kľúčnych kostí po antiflogistickej liečbe ustúpili a pretrvávajúce lumbalgie vyžadovali spondylodézu L4—5, čo zmiernilo ťažkosti. Histopatologické vyšetrenie 5. bedrového stavca ukazuje nešpecifický zápal. Na základe uvedeného sa stav diagnostikoval ako syndróm akvirovanej hyperostózy a zaviedla sa liečba bifosfonátmi, ktorej efekt sa očakáva.

T. URBÁNEK