

PŔOVODNÁ PRÁCA

GRIPTESTER A HODNOTENIE ÚCHOPU RUKY

M. KOUDELKA, R. ŽÁK¹, M. TALANDA²

GRIPTESTER AND ASSESSMENT OF HANDGRIP FORCE

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.

Súhrn

V mnohých medicínskych odboroch absentujú moderné technické prostriedky a metódy zabezpečujúce dostatočne presné a štandardné merania potrebné pri diagnostike, ako aj pri hodnotení výsledkov liečebného procesu. Tak je to aj v reumatológii, kde sa prejavuje nedostatok prostriedkov pre objektívne meranie a hodnotenie kardinálnych parametrov.

V snahe prispieť k riešeniu tohto problému vyvinuli autori pracujúci v oblasti biomechaniky prístroj na meranie úchopovej schopnosti ruky (griptester) navrhnutý na základe biomechanického rozboru morfológie ruky tak, aby bol schopný merať silu hrubého úchopu (na radiálnej aj ulnárnej strane ruky), ako aj jemného úchopu. Pre snímanie síl v ňom sa použili dostatočne presné, autormi za tým účelom vyvinuté, optomechanické snímače síl. Tieto snímače dovoľujú priamu registráciu a vyhodnocovanie silových záznamov v počítači typu PC.

Prístroj umožňujúci štandardné meranie a v súčinnosti s počítačom reprodukovateľnosť a porovnateľnosť záznamov v rôznom časovom odstupe sa úspešne testoval na konkrétnych pacientoch. Možno ho využiť v diagnostike, ergonómii, prognostike, posudkovej činnosti a podobne. **Kľúčové slová:** úchopová schopnosť ruky, griptester, hrubý úchop, jemný úchop, radiálny lúč ruky, ulnárny lúč ruky, optomechanický snímač síly.

Summary

Several medical branches fail to possess up-to-date equipment and methods that would warrant precise standard measurements required both in diagnostics and in evaluating the results of the therapeutic process. This applies also to rheumatology with a lack of adequate means for objective measurement and assessment of cardinal parameters.

With the aim to contribute to the solution of this problem, the authors, specialists in biomechanics, developed a device for measuring the grip force of the hand — griptester. Its design is based on biomechanical analysis of the morphology of the hand so that it is able to measure both the gross grip force (at the radial and ulnar side of the hand) and the fine one. Optomechanical recorders of force, developed by the authors, allow adequately precise force recordings. The measured force data can be directly recorded and evaluated on a PC.

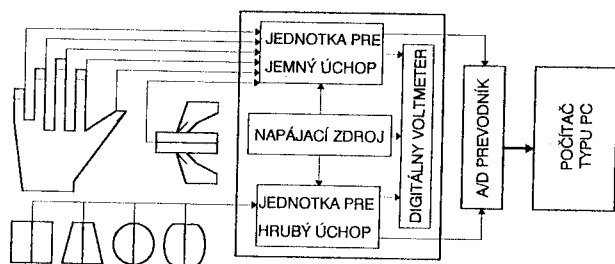
The device, providing standard measurements and in joint operation with a computer reproducibility and comparability of data at different time intervals, has been successfully tested on patients. It can be used to advantage in diagnostics, ergonomics, prognostication, assessing working ability, etc.

Key words: grip force of the hand, griptester, gross grip, fine grip, radial and ulnar proection of the hand, optomechanical recorder of force.

ÚVOD

Uplatňovanie nových technických prostriedkov v medicíne, konkrétne v oblasti spojivových tkanív, je jednou z úloh biomechaniky. Jestvuje veľa problémov s diagnostikou,

objektívnym meraním a vyhodnocovaním údajov v hraniciach únosnej tolerancie a potrebnej presnosti, ako aj s aplikáciou nových preventívnych, liečebných a prognostických postupov, najmä z hľadiska zavádzania výpočtovej techniky do lekárskej praxe.



Obr. 1. Schéma zariadenia.
Fig. 1. Scheme of device.



Obr. 2. Gulovité úchopové teleso.
Fig. 2. Spherical grip body.



Obr. 3. Griptester.
Fig. 3. Griptester.

Zabezpečenie dostatočne presných a objektívne zistených údajov, od ktorých závisí primeraná hodnota záve-

rov, nie je jednoduché, o čom svedčí nedostatok validných meracích metód a meracích prístrojov, ktoré pritom musia zabezpečiť štandardnosť, reprodukovateľnosť a porovnateľnosť meraní. Tento nedostatok viedol pri zisťovaní síl svalových skupín k používaniu menej presných a subjektívnu chybou zaťažených testov (1). To platí aj pri hodnotení úchopových schopností ruky. Je známe, že funkcia ruky sa hodnotí na základe čiastkových charakteristík ruky (jej veľkosť, pohyblivosť kĺbových spojení, pružnosť svalov a svalových skupín a iné), nervovosvalových charakteristík (podľa schopností vyvinutých určitými svalmi či svalovými skupinami silu), resp. podľa schopnosti vzájomnej koordinácie veľkosti vyvíjanej sily a poradia aktivácie svalových skupín (6, 7).

Funkciu ruky môžeme však hodnotiť aj posúdením vykonania jej cieľovej činnosti, teda vlastného úchopu, či už *hrubého*, na ktorom sa zúčastňuje celá ruka a pri ktorom na uchopený predmet pôsobíme veľkou silou, pričom pozornosť venujeme aj jeho tvaru (valcový, elipsový, kužeľový, guľový), alebo *jemného*, keď sledujeme presnosť, cieleňosť a koordinovateľnosť pohybov (2, 5).

METODIKA ZÁMERU

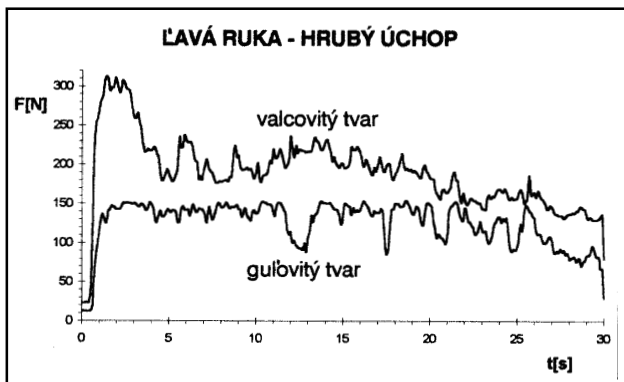
Spôsobu hodnotenia ruky posúdením vykonania vlastného úchopu sa venovali aj autori tohto príspevku. Pretože z literatúry sú na posudzovanie sily svalových skupín ruky známe mechanické či pneumatické dynamometre väčšinou jednoúčelové, poskytujúce viac-menej informatívne údaje, navrhli a vyrobili prístroj vlastnej konštrukcie — griptester.

Pri jeho návrhu vychádzali z biomechanického rozboru morfológie ruky tak, aby prístroj pokrýval čo najširšiu škálu potrebných meraní. Z toho vyplynuli tieto požiadavky na zariadenie:

- meranie úchopovej sily hrubých a jemných úchopov a prítlačnej sily flexie prstov,
- separátne merania síl na radiálnej a ulnárnej strane ruky, ako aj celkovej úchopovej sily ruky,
- spojenie meracieho zariadenia s počítačom typu PC zabezpečujúcou registráciu, vyhodnotenie a archiváciu záznamov.

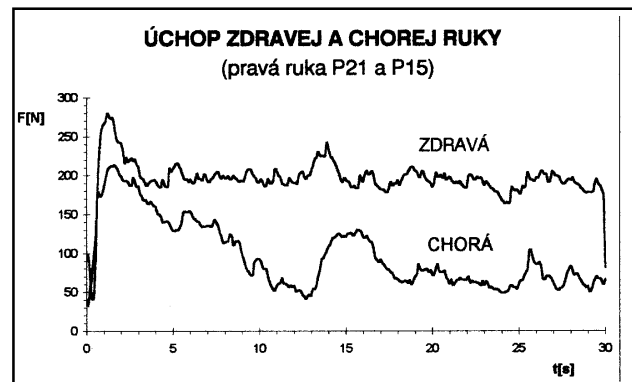
Analýza záznamov silových priebehov v tvare závislosti sily od času môže slúžiť okrem zisťovania veľkosti úchopových síl (jej amplitúdy) aj pre zisťovanie reakčného času medzi povelom a nábehom sily, hodnotenie gradientu nárastu alebo poklesu sily, hodnotenie charakteru výdrže na maximálnej sile a podobne, teda údajov, ktoré môžu slúžiť ako kritériá únavy svalových skupín ruky.

Pretože silový údaj je analógový, je potrebné viesť ho do počítača, ktorý je pre registráciu, vyhodnocovanie a archiváciu nevyhnutný, cez analógovo digitálny prevodník.



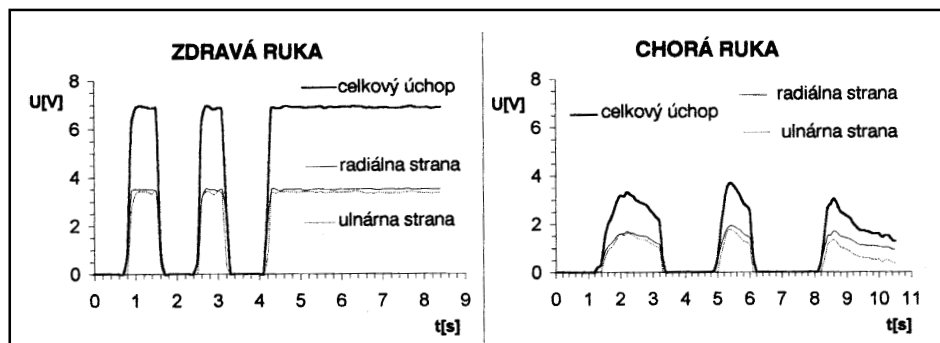
Obr. 4. Porovnanie úchopu na valcovitom a guľovitom úchopovom telese.

Fig. 4. Comparison of grip on cylindrical and spherical body.



Obr. 5. Porovnanie úchopu zdravej a chorej ruky na elipsovitém telese.

Fig. 5. Comparison of grip of health and ill hand on elliptical body.



Obr. 6. Úchop zdravej ruky a ruky s reumatoidnou artritídou po operácii.

Fig. 6. The grip of health hand and human with rheumatoid arthritis after treatment.

MERACIE ZARIADENIE — GRIPTESTER

Pri návrhu zariadenia sa okrem uvedených funkčných požiadaviek prihliadalo aj na požiadavky na univerzálnosť, jednoduchú obsluhu a štandardnosť merania. Z principiálnej schémy meracieho reťazca na obrázku 1 je zrejme jeho usporiadanie. Signály sú z úchopových telies pre hrubé úchopy (valcového, elipsového, kužeľového a guľového tvaru) a jemné úchopy (teliesko pre očko, štipku, kľúčový a písársky úchop a pre prítlačnú silu flexie prstov) (obr. 2) sú vedené do skrinky griptestera (obr. 3), ktorá pozostáva zo zdroja, digitálneho voltmetra a elektronických jednotiek pre hrubý a jemný úchop. Z nej je signál vedený cez analógovo-digitálny prevodník do počítača typu PC.

V prednom paneli prístroja je vsadený digitálny voltmeter určený pre kontrolu chodu prístroja, ako aj pre informatívne sledovanie hodnôt momentálneho elektrického napätia úmerného pôsobiacej sile. Prístroj má 8 kanálov (z nich

každý má priradený stĺpec z LED-diód signalizujúcich zvolený kanál, minimum, stred a maximum nastaveného rozsahu meranej sily), ktoré nastavujeme voličom kanálov. Prvých šesť kanálov je určených pre meranie jemných úchopov a prítlačných síl flexie prstov, pri ktorom je v činnosti vždy len jeden snímač sily. Posledné dva kanály pracujú súčasne a sú určené pre meranie hrubých úchopov. Pri týchto meraniach sú v každom úchopovom telese v puzdre vsadené dva snímače sily, jeden pre meranie sily na radiálnej, druhý na ulnárnej strane ruky. Celkovú úchopovú silu ruky získame sumáciou týchto signálov v počítači.

Ako zdroj pre získanie silového signálu sa použil optomechanický snímač sily vlastnej konštrukcie (4). Snímač pracuje na princípe tienenia svetelného toku infračerveného svetla medzi fotodiódou a fototranzistorom, ktoré je úmerné zmene napätia, a tým aj pôsobiacej sile (ktorá je danému napätiu priradená počítačom v závislosti od charakteristiky príslušného snímača). Konštrukciu a princíp činnosti snímača bližšie opisuje Koudelka (3).

DEMONŠTRÁCIA VÝSLEDKOV OVEROVANIA FUNKCIE GRIPTESTERA

Činnosť griptestera sa overovala na konkrétnych zdravotných aj chorých osobách. Pre ilustráciu uvádzame niekoľko záznamov časového priebehu sily pri meraní hrubých úchopov. Obrázok 4 znázorňuje rozdiel priebehu celkovej úchopovej sily tej istej ruky na valcovitom a guľovitom úchopovom telese. Z obrázka 5 je zrejmý rozdiel priebehu úchopovej sily nameranej na elipsovitom úchopovom telese ruky zdravej osoby a ruky pacienta s diagnózou *sclerosis multiplex* s postihnutím horných končatín. Na obrázku 6 je znázornená časová zmena napätia úmerného celkovej úchopovej sile zdravej ruky a ruky pacienta s reumatoidnou artritídou po aloplastike MCP II, III a IV, pri meraní na valcovitom úchopovom telese pri zaťažovacom režime: opakované stlačenie a odľahčenie s nasledovnou výdržou pri maximálnom stlačení.

Na demonštrovaných obrázkoch možno zreteľne diferencovať rozdiely medzi zdravou a postihnutou rukou, ako aj rozdiely priebehov sily podľa tvaru úchopových telies. Počítaním urobený záznam dovoľuje hodnotiť aj uplatnenie únavy svalových skupín v čase, resp. odolnosť segmentov ruky proti mechanickému pôsobeniu úchopu v ascendentnej fáze.

ZÁVER

Griptester je dôležitý a principiálny z hľadiska merania kardinálnych parametrov významných častí pohybového ústrojenstva. Jeho uplatnenie sa predpokladá v potrebnej a doteraz chýbajúcej biomechanickej metóde objektivizácie stavu hornej končatiny. Sily na ňom odmerané sú ob-

jektívne zistenými veličinami. Urobená analýza takto objektívne získaného priebehu sily, jeho prípadné štatistické spracovanie a porovnanie s medicínskym nálezom dáva poznatky o vplyve poškodenia na cieľovú funkciu ruky — úchop, o regenerácii svalov, či svalových skupín po operácii alebo inej liečbe, resp. rehabilitácii a môže byť aj diagnostickou pomôckou. Po určitej technickej modifikácii je princíp griptesteru využiteľný aj pre snímanie sily svalových skupín dolných končatín, prípadne trupu.

Vzhľadom na uvedené vlastnosti sa jeho využitie predpokladá v oblasti medicíny, najmä v reumatológii, rehabilitácii, ortopédii, neurológii a podobne, ale aj v prognostickej či posudkovej činnosti, resp. v športe.

LITERATÚRA

1. Janda, V. Funkční svalový test. Praha, Grada Publishing 1996, 328 s.
2. Kampadji, I.A.: Funktionelle Anatomie der Gelenke. Stuttgart, Ferdinand Enke Verlag 1984.
3. Koudelka, M.: Snímač sily pre niektoré biomechanické merania. S. 179—182. In: Proceedings in 3 volumes: Engineering mechanics '96, Vol. 3: Thermomechanics and biomechanics. Svratka 1996, 234 s.
4. Koudelka, M., Babirád, J., Žák, R.: Elektromechanický snímač sily — tlaku. Prihláška vynálezu PV 7415-88.
5. Lánik, V.: Kineziológia. Martin, Osveta 1990, 248 s.
6. Smith, G.A. a spol.: Assessing sincerity of effort in maximal grip strength tests. Amer J Physiol Med Rehab, 68, 1989, č. 2, s. 73—80.
7. Thompson, C.W.: Manual of structural kinesiology. Saint Louis, The C.V. Mosby Company 1987.

Do redakcie došlo 23.10.1996.

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

OZNAM

ZMENA TERMÍNU!

Sekretariát EULAR oznámil zmenu termínu **XI. EULAR sympózia v Ženeve** z júna 1998 na **5. – 8. septembra 1998**

Bližšie informácie na adrese:

EULAR

Executive Secretariat

Witikonstrasse 15

CH-8032 Zürich

Schweiz

Phone: 1/383 9690

Fax: 383 9810