

# **ZÁKLADY GONIOMETRIE**

*Učebný text*

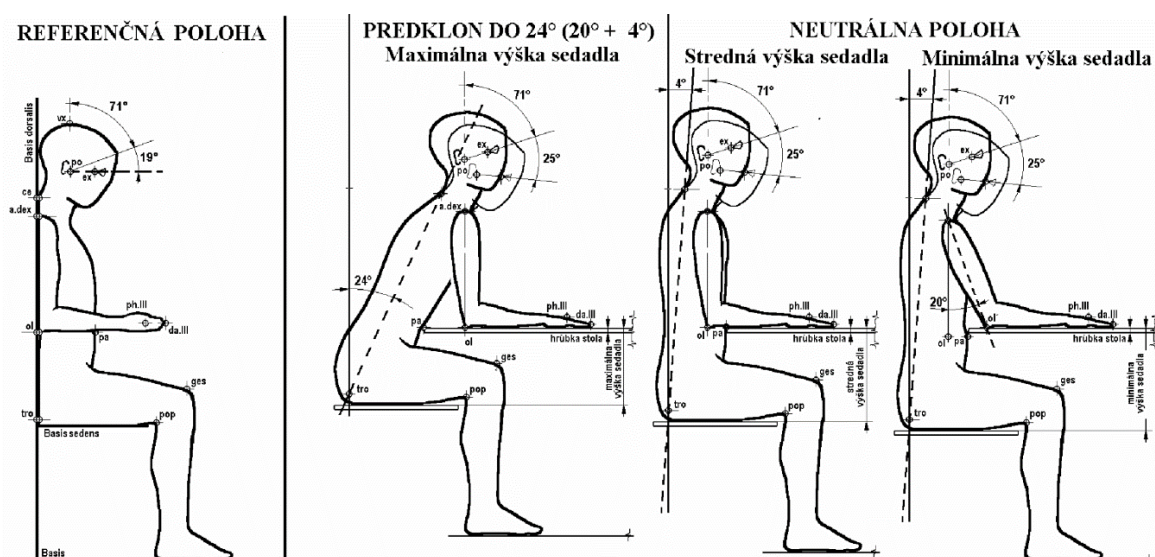
S podporou projektu KEGA 060STU-4/2016

**2018**

**doc. Ing. Branislav Hučko, CSc.**

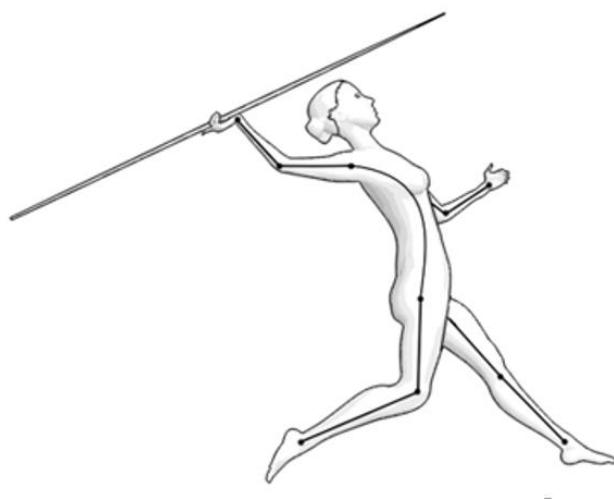
## Goniometria

Goniometria (z gréckeho gónia = uhol a metró = meranie) je oblasť matematiky, ktorá sa zaoberá meraním alebo určovaním uhlov a s tým súvisiacimi goniometrickými funkciami. Meranie alebo určovanie uhlov našlo svoje uplatnenie v stavebníctve, geodézií, strojárstve doprave, medicíne, športe atď. Keďže človek trávi jednu tretinu dňa v práci, je veľmi dôležité aj jeho pracovné prostredie, pracovná poloha jeho tela, ktorá je definovaná aj pomocou uhlov vo vyhláske MZ SR č. 542/2007 Z. z. , napr. Obr. 1.



Obr. 1. Definovanie pracovných polôh podľa umiestnenia sedačky a pracovného stola, prevzaté z [1]

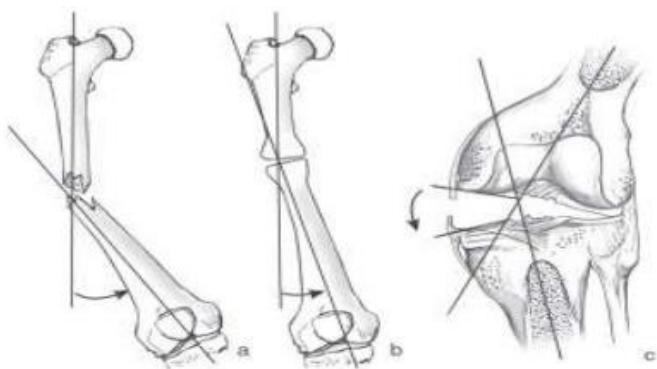
Správna vzájomná poloha segmentov tela je dôležitá tak pri práci ako aj pri oddychových aktivitách a športe. Pre dosiahnutie maximálneho výkonu napr. pri vrhačských disciplínach atletiky ako hod oštepom, Obr. 2, je dôležitá poloha tela, aby sa maximalizoval impulz sily, ktorým oštepár vrhne oštep. A súčasne dosiahol správny uhol pri vypustení oštepu z ruky v súlade so základnými princípmi biomechaniky. Podľa jednoduchých zákonov fyziky maximálna dĺžka hodu bude pri danej začiatočnej rýchlosti pre uhol hodu 45 stupňov.



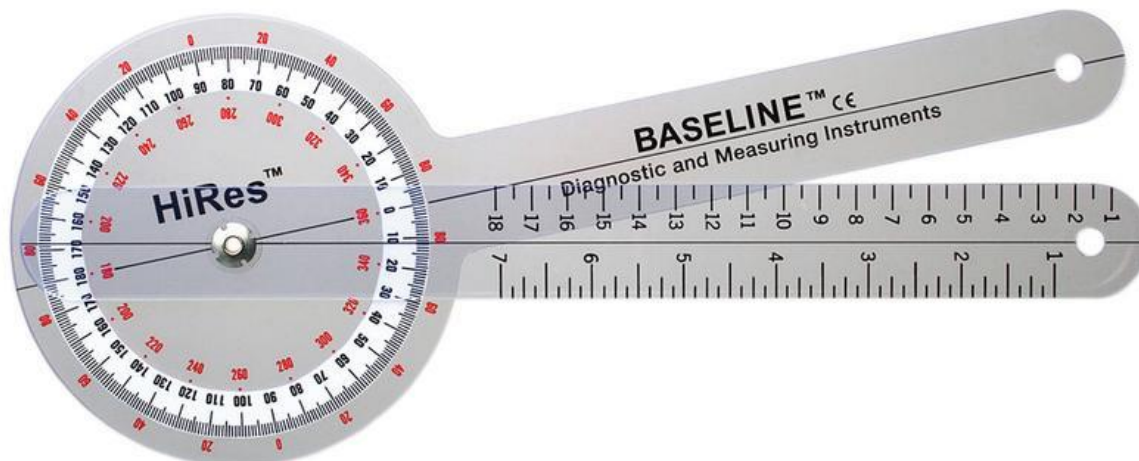
Obr. 2. Hod oštepom [2]

Ďalšou aplikáciou goniometrie je rehabilitácia, diagnostika poškodenia kĺbov a celého oporného systému človeka, pozri Obr. 3.

Samotné meranie uhlov medzi segmentmi vykonávame priamo pomocou goniometrov mechanických alebo elektrogoniometrov merajúcich uhly v dvoch rôznych rovinách, pozri Obr. 4.



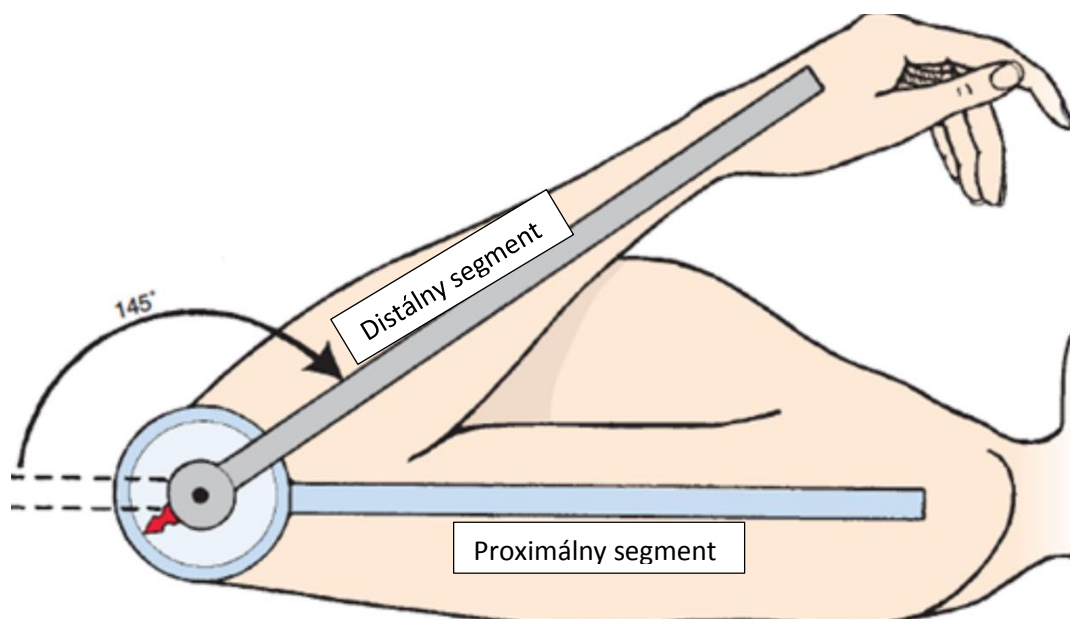
Obr. 3. Využitie goniometrie pri zlomenine femuru, pseudoartróze femuru a poškodení kolenného kĺbu [3]



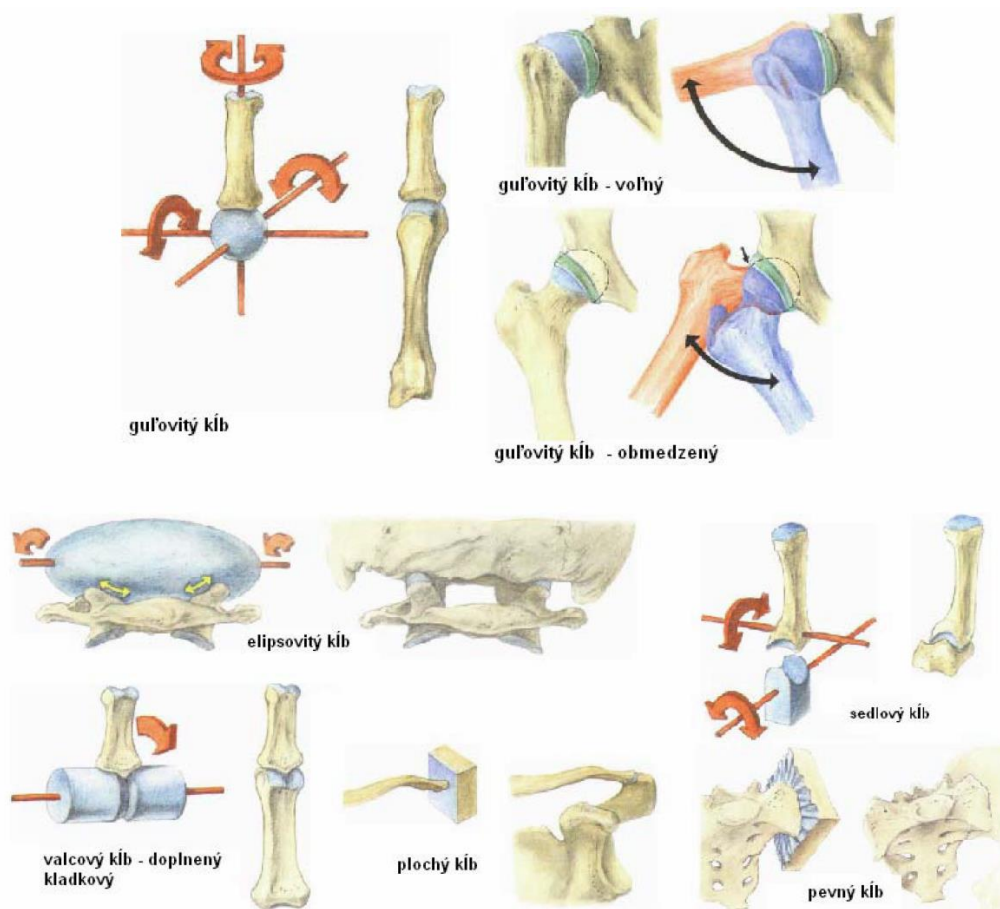
Obr. 4. Príklady goniometrov: mechanický z [4], elektronický z [5]

### Meranie vzájomných uhlov segmentov ľudského tela

Uhly medzi dvoma segmentami tela meriame v referenčnej kľudovej polohe goniometrom umiestnenom na kĺbe spájajúcom proximálny a distálny segment a následne zmeriame aj zmenu tohto uhla počas pohybovej aktivity, pozri Obr. 5. Referenčnými kľudovými polohami môže byť napríklad základný anatomický postoj, vzpriamený sed alebo ľah na bruchu alebo chrbte. Keďže segmenty sú navzájom pospájané pomocou kĺbov, pozri Obr. 6, typ kĺbu podmieňuje rozsah zmeny uhla.

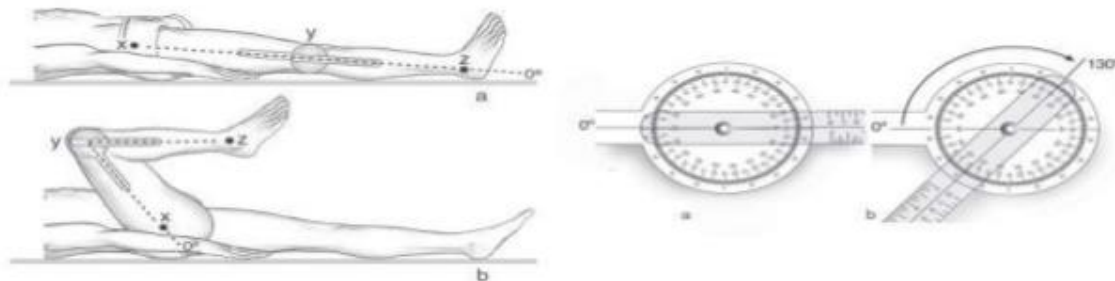


Obr. 5. Umiestenie goniometra, prevzaté z [7]



Obr. 6. Typy kĺbov [8]

Ako príklad môžeme uviesť stanovenie rozsahu flexie kolenného kĺbu Obr. 7:



Obr. 7. Meranie rozsahu pohybu kolenného kĺbu, prevzaté z [4]

### Štatistické metódy hodnotenia spoľahlivosti merania

Meranie rozsahov pohybu pomocou goniometrie obsahuje tri zdroje možných variácií výsledkov:

- 1) skutočné biologické zmeny meniace sa od jednotlivca k jednotlivcovi spôsobené vekom, pohlavím, genetikou, rasou a medicínskou históriou jednotlivca;
- 2) náhodné zmeny pri jednotlivcovi počas merania v rôznych časových intervalov vyvolané rôznymi fyzickými podmienkami, emocionálnym stavom, atď.;
- 3) chyba merania spôsobená samotnou metodikou merania, meracími nástrojmi a zariadeniami a ľudským faktorom.

Na samotné zhodnotenie merania používame bežné štatistické prostriedky ako štandardná odchýlka  $SD$  (Standard Deviation), ktorá je definovaná

$$SD = \sqrt{\frac{\sum(x-\bar{x})^2}{n-1}} \quad (1)$$

kde  $x$  je meraná veličina,  $\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$  je stredná hodnota meranej veličiny,  $n$  je počet meraní. Ďalším prostriedkom je koeficient variácie  $CV$  (Coefficient of Variation) definovaný ako

$$CV = \frac{SD}{\bar{x}} 100\% \quad (2)$$

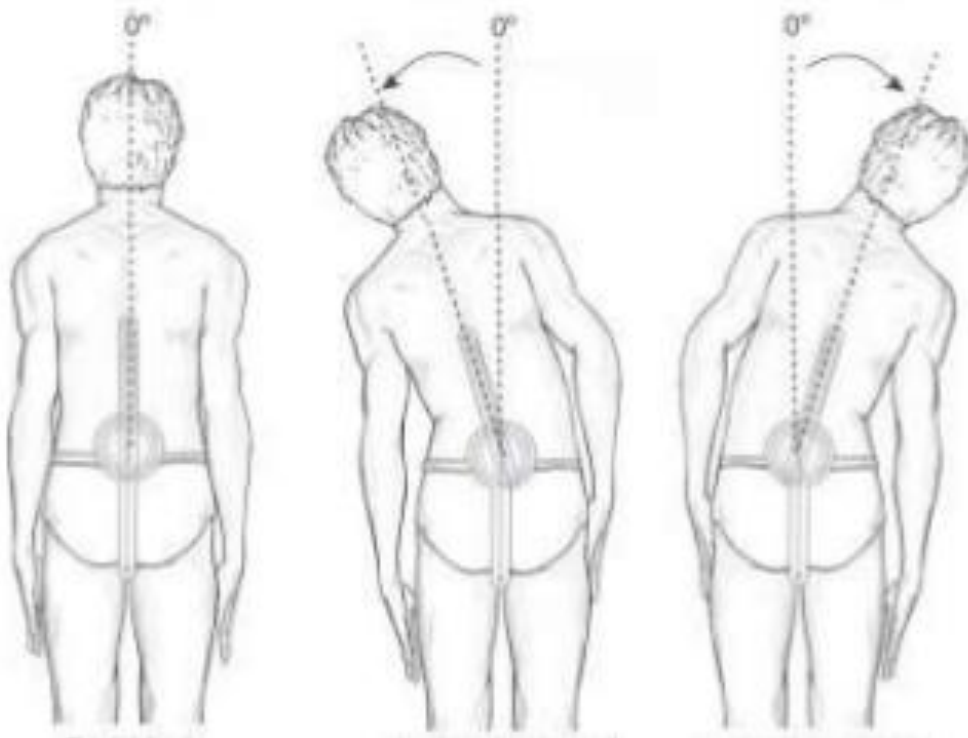
## Meranie rozsahu bočného náklonu vpravo a vľavo

### Úloha:

- Meranie bočného náklonu chrbta vo frontálnej rovine pomocou mechanického goniometra na skupine jedincov.
- Štatisticky vyhodnoťte obe merania.

### Teoretický úvod:

Každý jednotlivec sa postaví do vzpriameného stoja spätného. Goniometer sa mu upevní podľa Obr. 8 na zadnú časť chrbta. Meranie sa vykoná minimálne na siedmych subjektoch, namerané hodnoty zapíše do Tab. 1 a následne s vyhodnotíte priemernú hodnotu, štandardnú odchýlku a koeficient variácie podľa vzťahov (1) a (2). Jedna tabuľka bude pre náklon vpravo, druhá pre náklon vľavo.



Obr. 8. Umiestnenie goniometra [4]

Tab. 1 Namerané hodnoty náklonu

Meranie č.	$x$	$x - \bar{x}$	$(x - \bar{x})^2$
$n =$	$\sum x$		$\sum (x - \bar{x})^2$

$$\bar{x} =$$

$$SD =$$

$$CV =$$

## Literatúra

- [1] Vyhláška č. 542/2007 Z. z.
- [2] Bernaciková, M. - Kalichová, M. - Beránková, L.: Základy sportovní kineziologie, FSS Masarykova univerzita Brno, elektronický zdroj na <https://is.muni.cz/do/1451/elearning/kineziologie/elportal/index.html>
- [3] Norkin, C.C. – White, D.J.: Measurement of Joint Motion, A guide to goniometry, 3rd Edition, F.A. Davis Company, USA 2003
- [4] <https://es.slideshare.net/fher1810/resumen-visual-de-goniometria>
- [5] <https://www.theratek.com/products/baseline-hi-res-plastic-goniometer?variant=38602502860>
- [6] <http://www.nexgenergo.com/ergonomics/biosensors.html>
- [7] <https://fadavispt.mhmedical.com/Content.aspx?bookid=2124&sectionid=158980315>
- [8] Vivodíková, Z.: Predchádzanie zraneniam malých kĺbov a ich regenerácia, Kurz cvičiteľov skalného lezenia, elektronický zdroj: [http://www.james.sk/file/metodika/regenaracia\\_klby.pdf](http://www.james.sk/file/metodika/regenaracia_klby.pdf)