

Biomechanika 11

Moment síly

Daniel Jandačka, PhD.

Projekt: Cizí jazyky v kinantropologii - CZ.1.07/2.2.00/15.0199



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



**OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost**



UNIVERSITAS
OSTRAVIENSIS

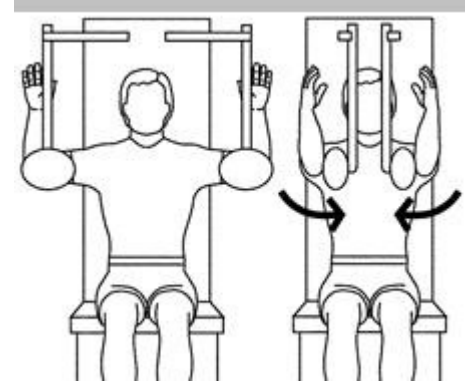


INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Moment síly

Otáčivý účinek síly nazýváme moment síly.

Pohyby našich končetin přes kloubní spojení jsou způsobeny momenty sil, které vytvářejí naše svaly. Pomocí svalů, které produkují momenty sil v našich kloubech, se můžeme pohybovat.



Při cvičení se vám může zdát 50-ti kg zátěž někdy jako „poloviční“. Co způsobuje, že můžeme zvedat i těžké závaží s relativně malou silou?

Máme tři druhy situací, ve kterých vnější síla působí na volné těleso

1. **Centrální síla** – vnější síla, jejíž vektorová přímka prochází těžištěm tělesa, způsobuje pouze pohyb posuvný. Taková síla působí na závodní boby v nestočené části tunelu.
2. **Excentrická síla** – vnější síla, jejíž vektorová přímka neprochází těžištěm tělesa a způsobuje jak změnu posuvného, tak změnu otáčivého pohybu. Příkladem může být síla působící na gymnastu v době odrazu při přeskoku přes koně.
3. **Dvojice sil** – jsou síly, které mají stejnou velikost, působí v opačném směru, ale neleží na téže přímce. Způsobují změnu pouze otáčivého pohybu. Výslednice těchto dvou sil je nula, takže podle prvního Newtonova zákona nezpůsobují změnu posuvného pohybu.

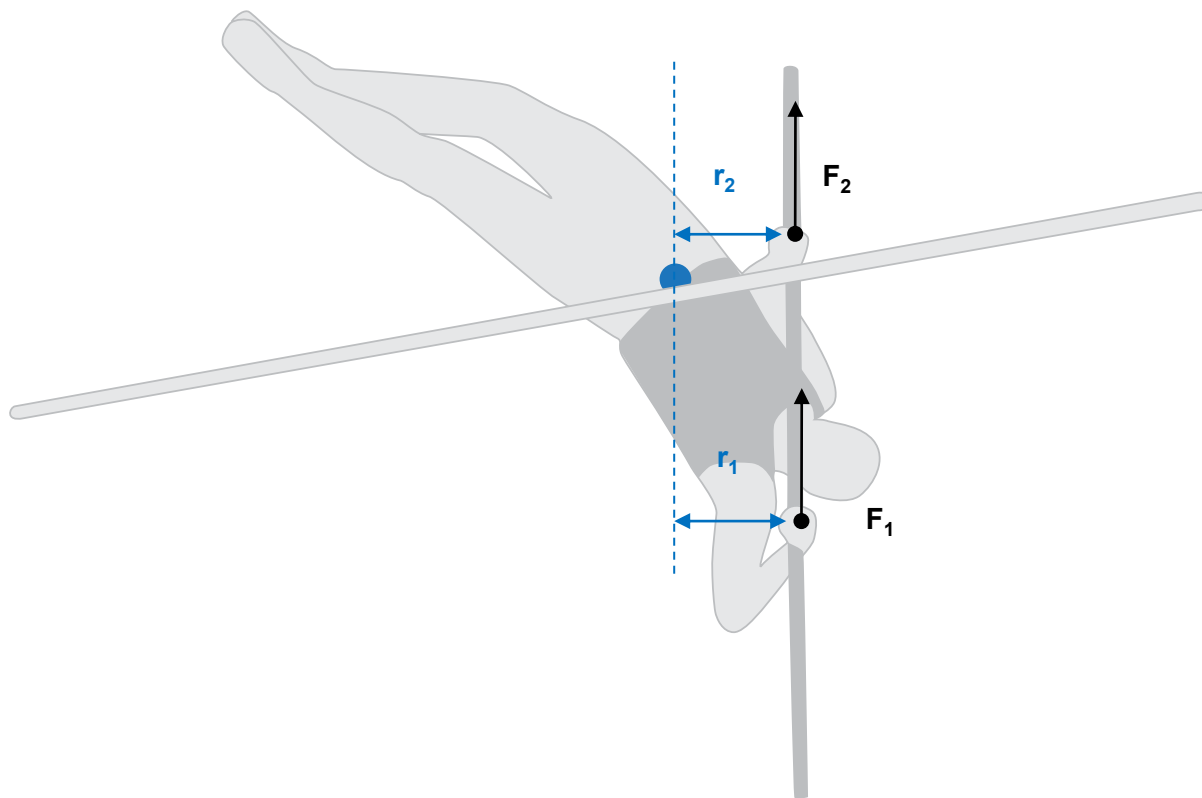
Definice momentu síly

Velikost momentu síly vzhledem k momentovému bodu je přímo úměrná velikosti působící síly a vzdálenosti tohoto bodu od vektorové přímky síly, která moment vyvolává.

Vzdálenost mezi vektorovou přímkou síly a zvoleným bodem označujeme jako **rameno síly**.

$$\mathbf{M} = \mathbf{r} \times \mathbf{F} ,$$

Diagram volného tělesa – skok o tyči. Modrý plný bod označuje těžiště atleta. Černé šipky představují reakční síly, kterými působí tyč na ruce atleta. Modré šipky představují ramena síly vzhledem k ose otáčení a těžišti.



Příklady použití momentu síly při sportu

Protože bod otáčení pádla je v místě úchopu horní ruky, tak čím níže posuneme naši spodní ruku, tím větší moment síly budeme mít. V praxi to znamená, že naše záběry budou sice delší, ale například při stejné síle záběru s větším otáčivým účinkem.

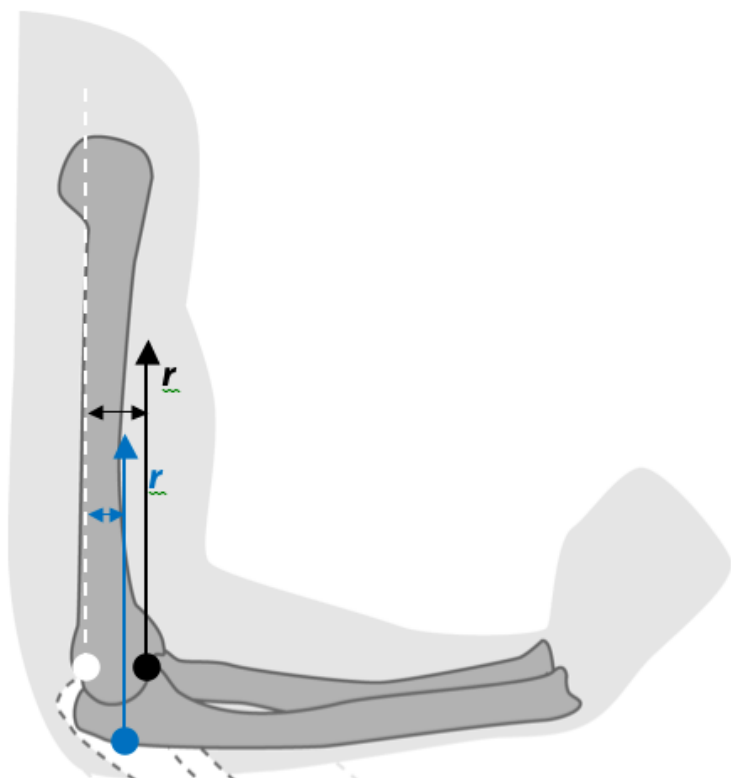


V tenisu, golfu, hokeji a podobně je moment síly, který vyvoláme silovým působením, závislý na uchopení hokejky, golfové hole a tenisové rakety.

Moment síly musí být také použit v těch sportech, kde se my nebo naše náčiní otáčí.

V bojových sportech, jako je judo nebo řeckořímský zápas, sportovci volí takové chvaty, aby působili co největším momentem síly na svého protivníka.

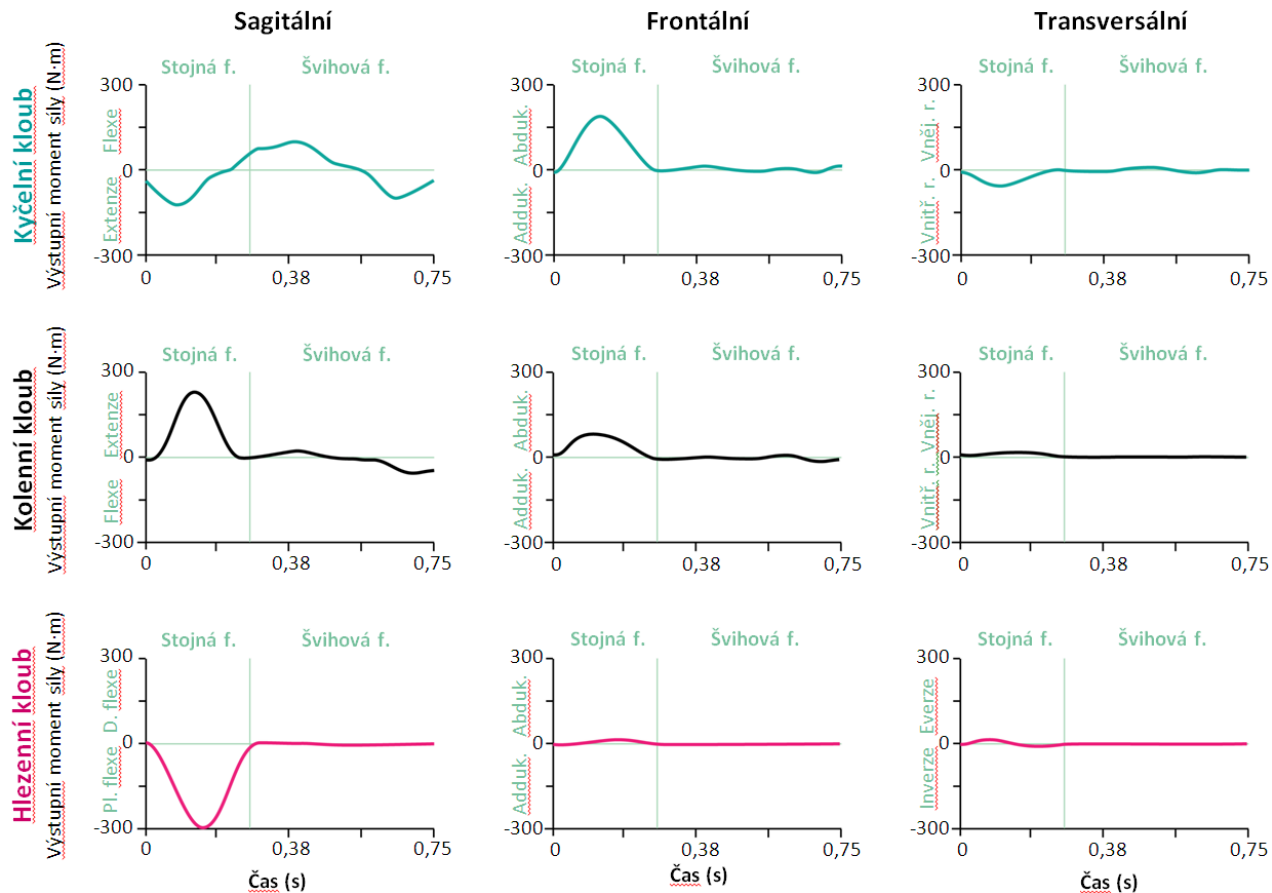
Moment svalové síly



Na obrázku vidíme sílu vyvolanou bicepsem brachii na předloktí, když se mění poloha loketního kloubu z plné extenze do flexe 90°. Vytváří v průběhu tohoto pohybu svaly stále stejný moment síly? Schopnost bicepsu brachii vytvářet moment síly v loketním kloubu je závislá na poloze loketního kloubu. Rameno síly svalů se mění v závislosti na vzájemné poloze jednotlivých segmentů kloubu

Rameno momentu síly svalu biceps brachii klesá z r_1 na r_2 , když v lokti dochází k extenzi. Střed otáčení loketního kloubu je označen bílým plným bodem, úpon bicepsu brachii černě v poloze 90° a modře v poloze 120°. Šipky označují síly, kterými působí úpon bicepsu brachii na tuberosity radia a bicipital aponeurosis hluboké fascie mediální části předloktí.

Výstupní momenty sil v levém kyčelním, kolenním a hlezenním kloubu v krokovém cyklu běhu (4 m/s) atleta (první kontakt přes špičku).



Měřeno v Centru diagnostiky lidského pohybu OU

Síly a momenty sil při rovnováze

Aby těleso bylo ve statické rovnováze, součet vnějších sil a součet vnějších momentů sil působících na těleso se musí rovnat nule.

Odhad svalových sil pomocí rovnic statické rovnováhy

Představme si, že držíme činku o hmotnosti 30 kg. Náš loket je v 90° flexi a předloktí je paralelní s podlahou. Pokud je naše předloktí dlouhé 0,4 m, jakým momentem bude činka působit na předloktí vzhledem k ose otáčení (loketní kloub)?

$$M = rF$$

$$M = mgr$$

$$M = (30 \cdot 9,81 \cdot 0,4) \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$$

$$M = 117,6 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Jestliže jsou flexory loketního kloubu upnuty přibližně 0,03 m od osy loketního kloubu na předloktí, potom platí:

$$\Sigma M = 0$$

$$-mgr_{\text{předloktí}} + F_{\text{m}} r_{\text{svalu}} = 0$$

$$F_{\text{m}} = \frac{mgr_{\text{předloktí}}}{r_{\text{svalu}}}$$

$$F_{\text{m}} = \frac{(30 \cdot 9,81 \cdot 0,4) \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}}{0,03 \text{ m}}$$

$$F_{\text{m}} = 3924 \text{ N}$$

Flexory loketního kloubu musí působit silou téměř 4 000 N, aby udržely činku o hmotnosti 30 kg! To znamená, že naše svaly musí vytvářet relativně velké síly, aby produkovaly efektivní momenty v našich kloubech, neboť jejich rameno síly je mnohdy velmi malé. Výhodou je, že k vyvolání efektivních momentů je dostačující nepatrné zkrácení našich svalů.

Děkuji za pozornost



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



**OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost**



UNIVERSITAS
OSTRAVIENSIS



**INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ**