

# Schéma seminární práce

## Biomechanická charakteristika daného pohybu

- Současné řešení problematiky (minimálně 5 autorů)
- Kinematická charakteristika daného pohybu + kinogram
- Dynamická charakteristika daného pohybu + rozkreslené sil, svalová smyčka

## Cíle a úkoly výzkumu

- Vytyčený problém (optimalizace)
- Cíle výzkumu
- Úkoly výzkumu

- Metodika
  - Charakteristika cvičence, souboru
  - Použité metody
    - Metody sběru údajů
    - Metody zpracování údajů
    - Metody vyhodnocení údajů
- Výsledky a diskuse
- Závěry do praxe
- Literatura

# Fyzika v bojových uměních



# Proč fyzika?

- Bojová umění by měla být také předmětem teoretického studia, ne jen praxe
- Fyzikálním zákonitostem se podřizuje všechno, co se ve světě děje
- Porozumění těmto základním principům nám pomůže lépe pochopit techniku
- Toto porozumění z nás udělá lepší učitele i sportovce

# Stěžejní pojmy

- Hmotnost
- Energie
- Poloha, Rychlost, Zrychlení
- Síla
- Hybnost a Impuls
- Síla reakce
- Těžiště a rovnováha
- Rotace
- Dvojice sil
- Moment síly
- Moment setrvačnosti
- Moment hybnosti a rychlost
- Pořadí pohybů
- Koncentrace síly – tlak
- Pohyb vlastního těla
- Pohyb segmentu v letové fázi



# Stěžejní pojmy - hmotnost

- **Hmotnost [kg]**= Tíha předmětu způsobená gravitací
- (váha není odborně správný termín)
- Velký člověk se stejnou rychlostí může vyprodukovat více síly než malý člověk.



Low Mass: Women's Flyweight



High Mass: Men's Heavyweight

# Stěžejní pojmy

- **Poloha** – Kde se objekt nachází vzhledem k vztažné soustavě
- **Rychlost [m/s]  $ds/dt$** - Jak se poloha mění s časem
- **Zrychlení [m/s<sup>2</sup>] –  $dv/dt$**  – Jak se rychlost mění s časem
  - Rychlost i zrychlení jsou **vektory**, což znamená, že mají **velikost** i **směr**

# Stěžejní pojmy - hybnost

- **Hybnost** [kg m/s]- Hmotnost krát rychlost  $m \cdot v$ .
  - Hybnost se používá při řešení srážek
  - Celková hybnost soustavy se zachovává
$$p = m \cdot v$$
- **Impulz** [kg m/s<sup>2</sup>]- Hybnost dodaná v určitém čase  $m \cdot v / t$
- $F = m \cdot a = m \cdot v / t = I$
- Čím bude kop proveden v kratším čase, tím větší silou protivníka zasáhneme.



# Stěžejní pojmy

- **Síla [F]**- Schopnost pohybovat tělesem v prostoru
  - Obvykle to není to samé, jako když řekneme, že úder je silný
  - Síla kopu může člověka odhodit zpět – akce a reakce, z. z. hybnosti
  - 2. Newtonův zákon –  $F = m \cdot a$

# Stěžejní pojmy – koncentrace síly - tlak

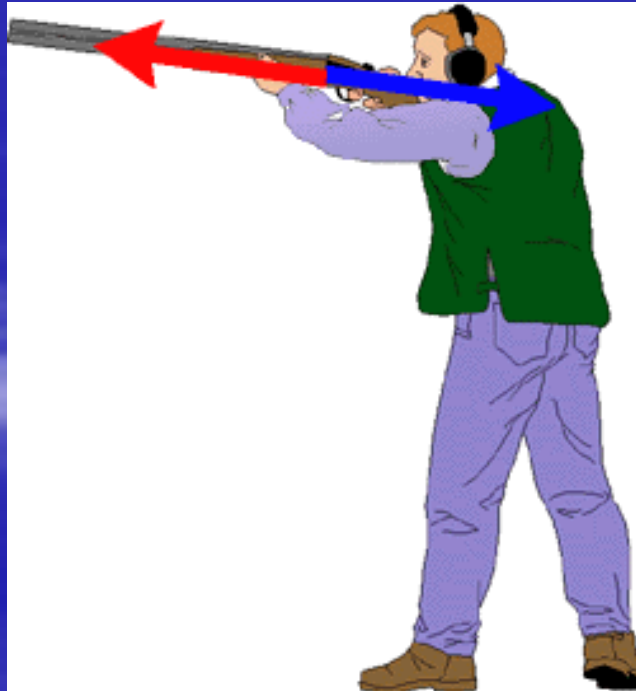
- Uplatněním kontaktní síly na malou cílovou plochu, můžeme vyvinout ostřejší, koncentrovanější náraz – čím má střela (úder) menší plochu, tím síla vyvolá větší tlak.
- $p = F/S$
- $[p] = \text{N/m}^2 = \text{Pa}$
- Čím je větší tlak, tím síla způsobí větší deformaci.

# Naměřené velikosti tlaku

- **Box** – (Steve Petramale) – sledgehammer – 453,6 kg
- **Taekwondo** - spinning back kick – 680,4 kg
- **Kung fu** - flying double kick – 453,6 kg  
(Huynh – rychlost před nárazem – 12,2 m/s = 43,9 km/h = 4krát rychlejší než had)
- **Thajský box** - knee to the chest - jako náraz v rychlosti 56,3 km/h

# Stěžejní pojmy – reakční síla

- Třetí Newtonův zákon říká, že působení dvou těles jsou vždy stejně velká a míří na opačné strany. Síly současně vznikají a zanikají.





# Reakční síla

- Když zasadíme ránu soupeři nebo do boxovacího pytle, působí na nás zpětně stejně velká síla. Tato síla prochází naším tělem k základně opory postoje. Jestliže základ opory není silný, nevyužíváme dostatečně reakční sílu země
- Tělo musí být zpevněno a zadní noha v postoji musí být zablokovaná (uzamčená).

# Stěžejní pojmy - těžiště

- Celé tělo může být představováno jednou silou působící v těžišti.
- Využití: Rovnováha, síla procházející těžištěm nezpůsobí rotační moment.
- Směr pohybu vašeho těžiště bude i směr vašeho celkového pohybu



# Rovnováha

- Rovnováha musí být stále udržovaná – před, v průběhu i po provedení technického prvku. Kvalita rovnováhy souvisí s naší hmotností, rychlostí, těžištěm, koncentrací a schopností znovu obnovovat rovnováhu.
- Statická rovnováha
- Dynamická rovnováha – d'Alambertův princip

# Stěžejní pojmy - rovnováha

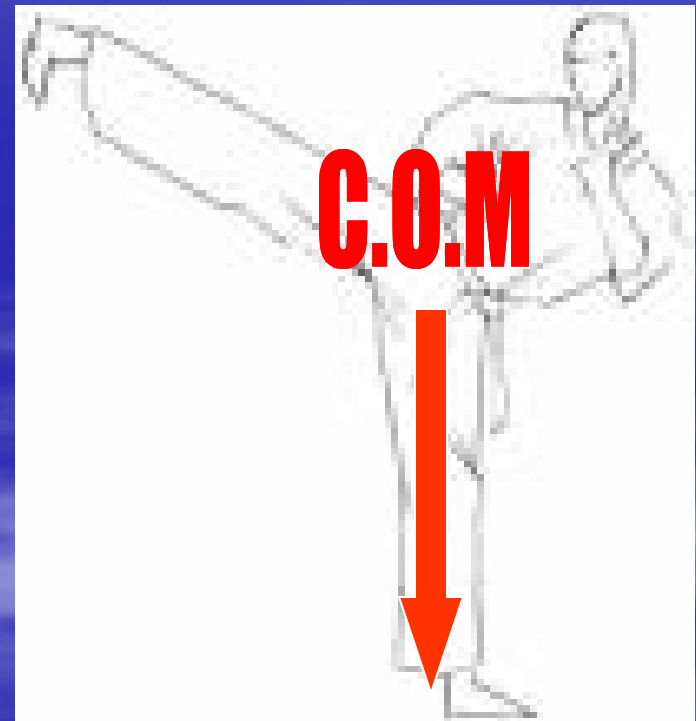
- Stabilita se zvyšuje se zvětšením oporné plochy, přiblížením těžiště směrem k očekávané rušivé síle (např. 70:30 rozložení hmotnosti těla při L postoji) a snížením těžiště směrem k podstavě.

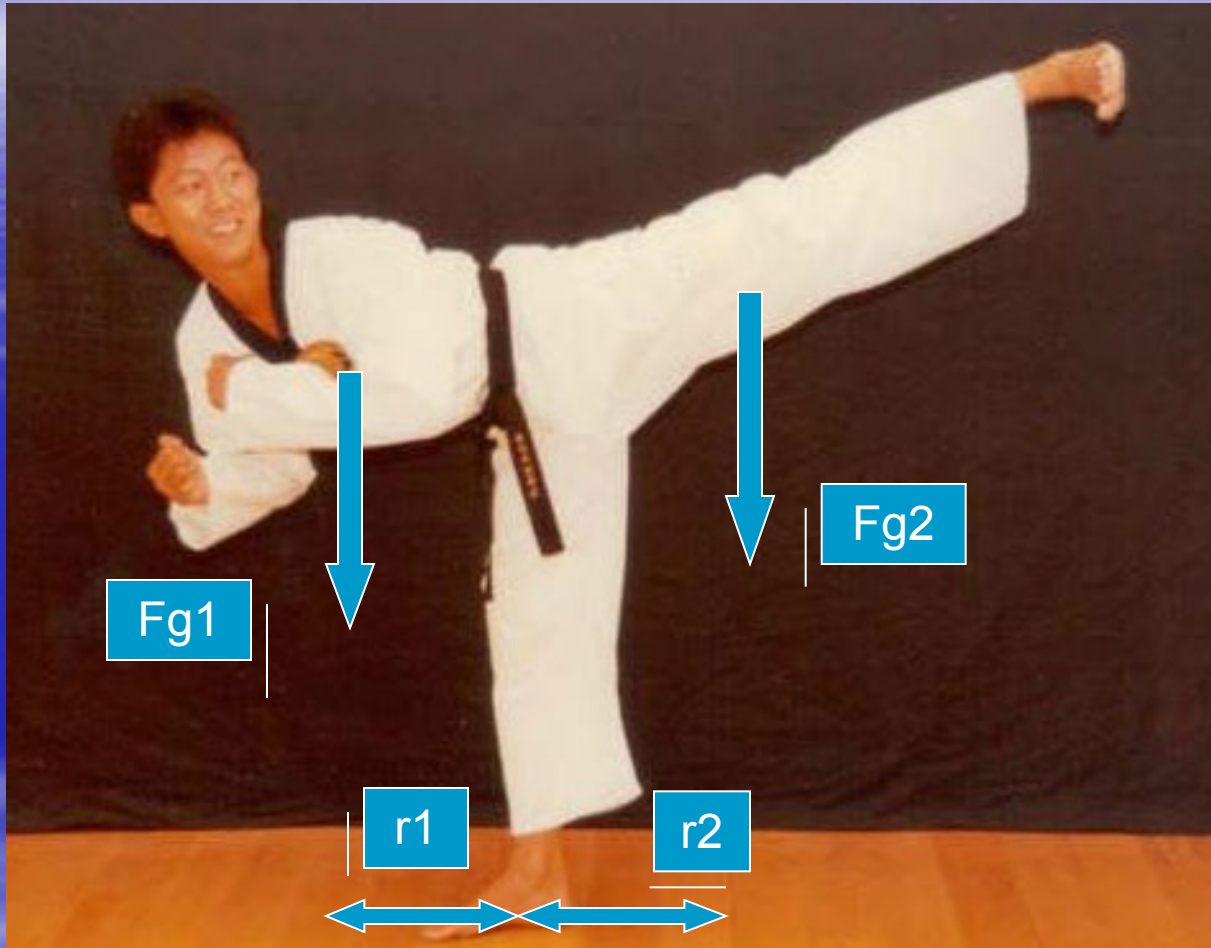




# Stěžejní pojmy - rovnováha

- Nachází-li se těžiště uvnitř těla a je podepřeno částí těla, která je v kontaktu se zemí.
- Rovnováha může být narušená působením sil, které způsobí rotaci těla kolem těžiště nebo místa opory.
- Pro udržení rovnováhy během provádění kopu je třeba pohyb jedné části těla kompenzovat pohybem jiné části těla.





- $\Sigma F = 0$
- $\Sigma M = 0$

# Stěžejní pojmy - rotace

- Pro vykonání rotace, např. rotace boků, potřebujeme excentrické síly, které ji vyvolají. Tyto síly neprocházejí těžištěm, ale mimo něj (na jedné a druhé straně od něho). Otáčivý efekt je výsledkem síly působící mimo osu otáčení, např. pohyb paže.

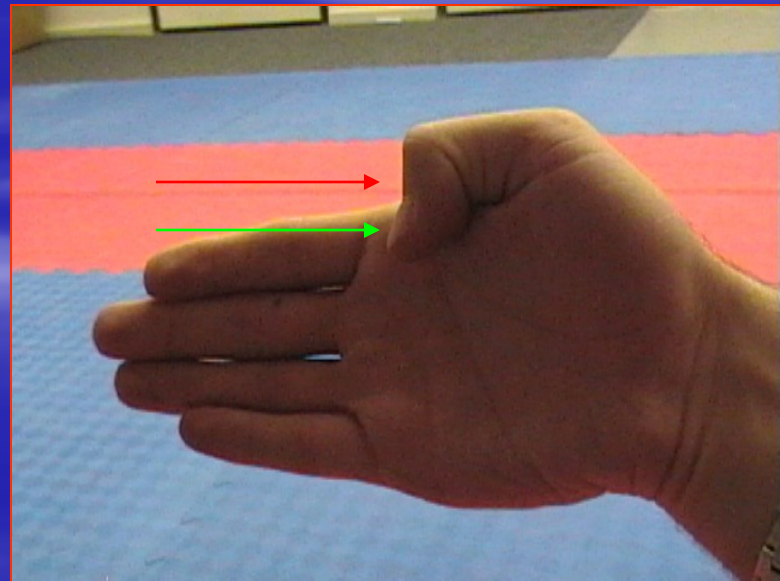
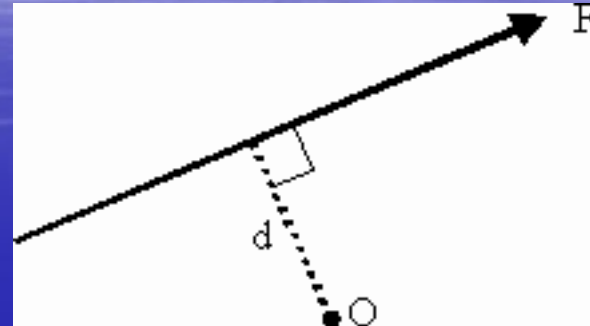
# Stěžejní pojmy – moment síly, krouživá síla

Moment síly uvádí tělesa  
do rotačního pohybu.

V případě zablokování  
kloubů (kdy rotace není  
možná) dochází k bolesti  
úměrné krouživé síle -  
páky

Moment síly je výsledkem  
síly působící na určitém  
rameni síly.

$$M = F \cdot r$$



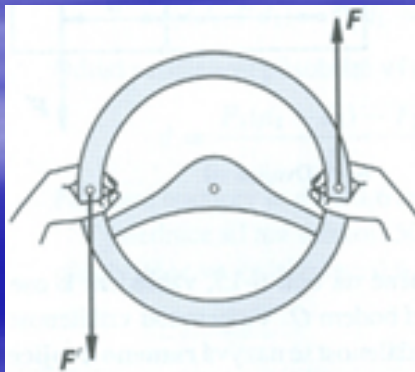
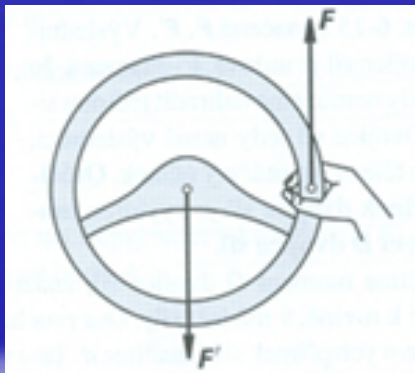


# Stěžejní pojmy – dvojice sil

Dvojice sil – působení dvou rovnoběžných sil stejné velikosti opačného směru.

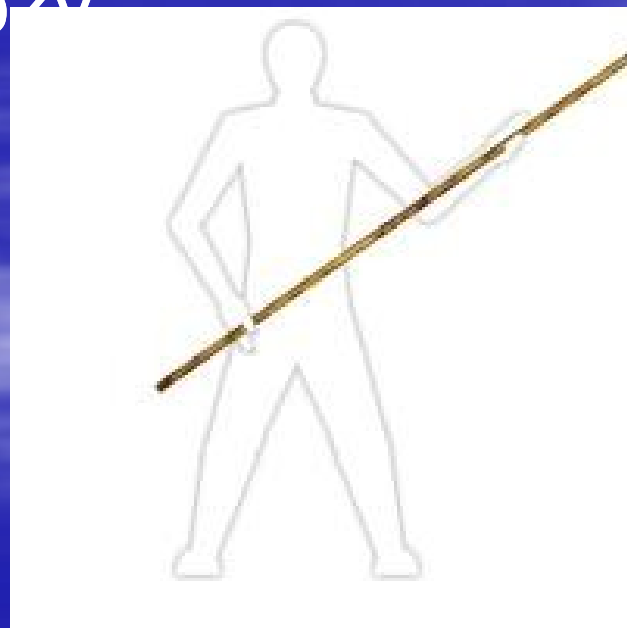
Rotace způsobená dvojicí sil je přímo úměrná velikosti sil a kolmé vzdálenosti mezi nimi.

$$D = r \times F$$



# Stěžení pojmy – dvojice sil

- Dvojice sil jsou používány v Taekwondo při práci s tyčí - bongsul, u technik rukou
- Dvojice sil se často využívá také u technik grapplingu – páčení, přehozy

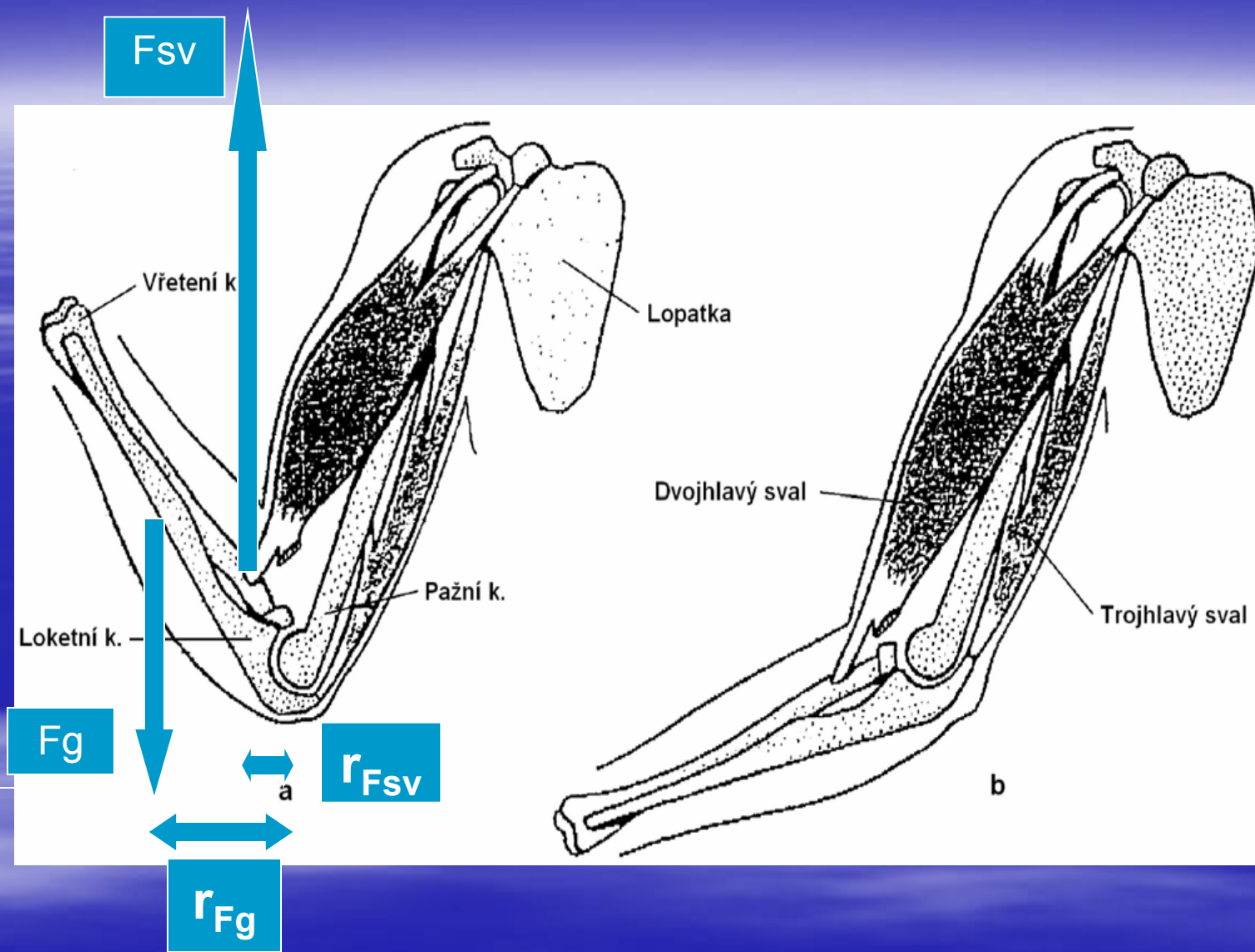


Každý kloub má pohybové hranice. Pokud se tato hranice překročí, vzniká v kloubu bolest, a ta se zvětšuje, čím více se kloubem pohybuje do nepřirozené polohy a nakonec dojde k jeho poranění - vykloubení, natržení kloubního vaziva.



*Kote Hineri*  
(Sankyo)



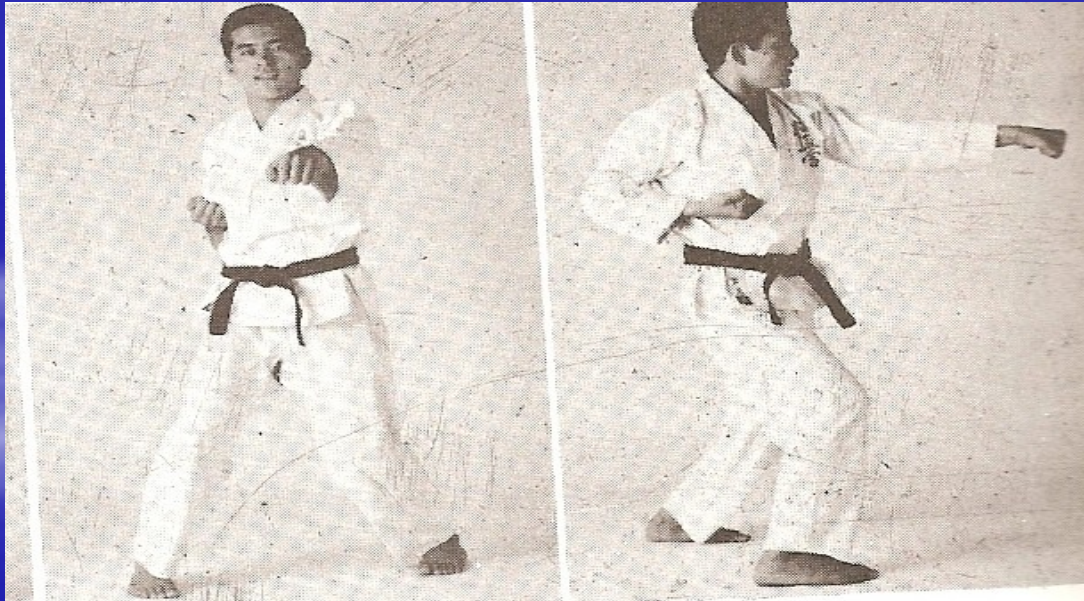


$$M_{Fg} = M_{Fsv}$$



# Stěžejní pojmy -rotace

- Téměř všechny techniky taekwonda využívají nějakým způsobem rotaci, např. rotace kyčle a stáhnutí opačné paže zpět.



Seiken tsuki

# Stěžejní pojmy – pořadí pohybů

- Hybnost je nejprve založená ve velkých segmentech těla a pak přenesená do vymrštění (vrhu) koordinovanou prací kloubních spojení. Síla z každé činnosti kloubního spojení musí být spojená (propojená), aby byla vyvinuta maximální síla.

# Stěžejní pojmy- moment setrvačnosti

**Moment setrvačnosti** vyjadřuje míru setrvačnosti tělesa při rotačním pohybu. Záleží na rozložení hmoty v tělese kolem osy otáčení. Pro každou osu může být moment setrvačnosti jiný.

Body (části) tělesa s větší hmotností a umístěné dál od osy mají větší moment setrvačnosti.

$$J = MR^2$$



# Stěžejní pojmy – Moment hybnosti a rychlost

- Úhlová rychlost je rychlost, se kterou těleso rotuje (úhlová frekvence). (Rad/sec. nebo otáčky/sec.)
- Všechny body pevného tělesa se otáčejí stejně velkou úhlovou rychlostí.
- Ne všechny body pevného tělesa však mají stejnou obvodovou rychlost. Vzdálenější body od osy otáčení musí urazit větší vzdálenost v daném čase.
- Moment hybnosti má při rotačním pohybu stejný význam jako hybnost při pohybu přímočarém.

$$L = J \cdot \omega$$

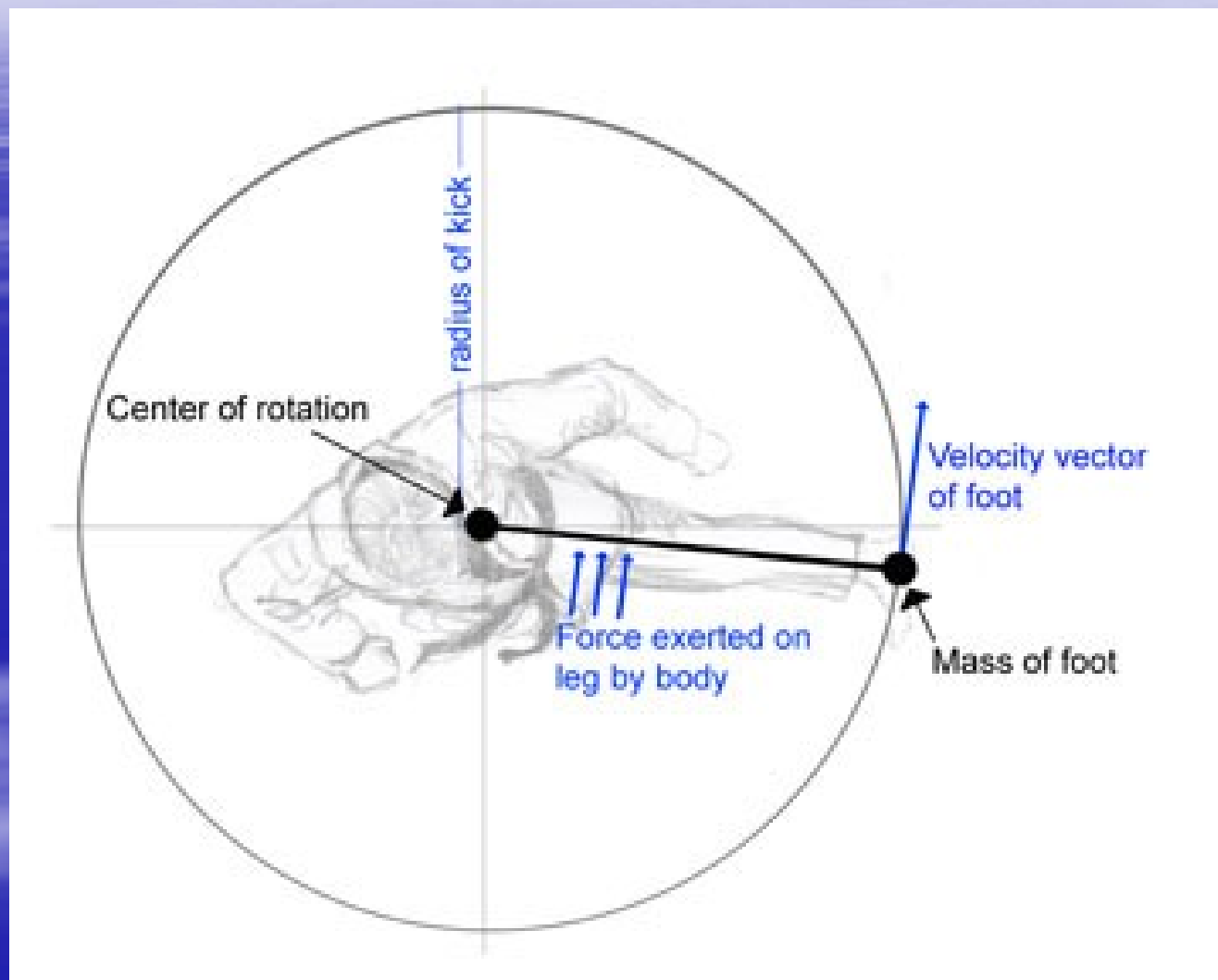


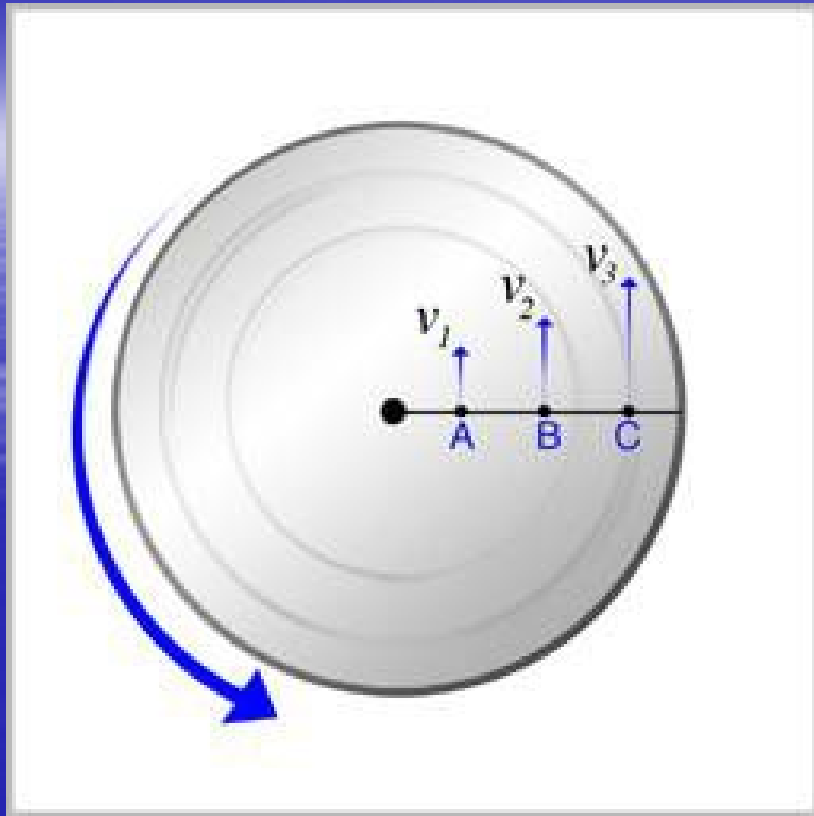
# Rychlost křivočarého pohybu

- Úder nebo vzdálenější částí končetiny nebo koncem zbraně dosahuje vyšší lineární (obvodové) rychlosti

$$v = \omega \times r$$

- Kinetická energie  $E_k = \frac{1}{2} mv^2$
- Takže náraz vzdálenější částí končetiny způsobí silnější, prudší zásah cíle





# Stěžejní pojmy - energie

- **Energie [E]**- Schopnost konat práci
  - Energie je základní pojem úzce spjat s prací
  - Energie se nikdy neztrácí, jen se mění z jedné formy na jinou
- **Kinetická Energie [E<sub>k</sub>]**- Energie spojená s pohybem předmětu
  - $E_k = 1/2mv^2$  u posuvného pohybu
  - $E_k = 1/2J\omega^2$  u rotačního pohybu
- **Potencialní Energie [E<sub>p</sub>]**- Energie, která je spojená s polohou těla
  - $E_p = mgh$



# Stěžejní pojmy – pohyb vlastního těla

- Pohyb charakterizován výškou těžiště, která se projeví množstvím potenciální energie těla.



# Přeměny energie

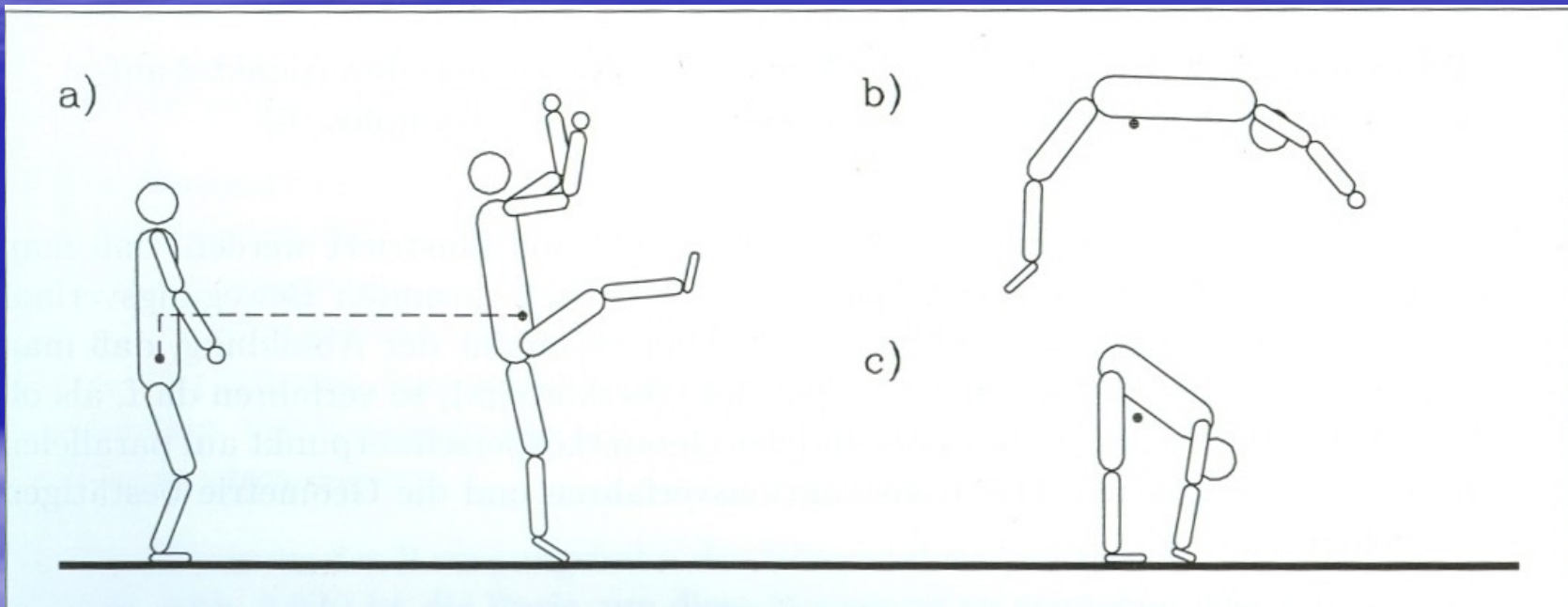


© 2008 Andrew Chuang

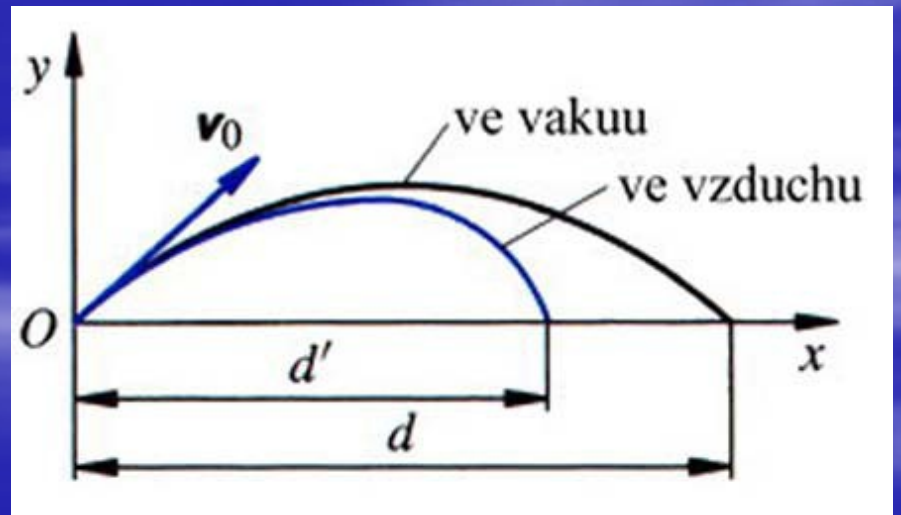
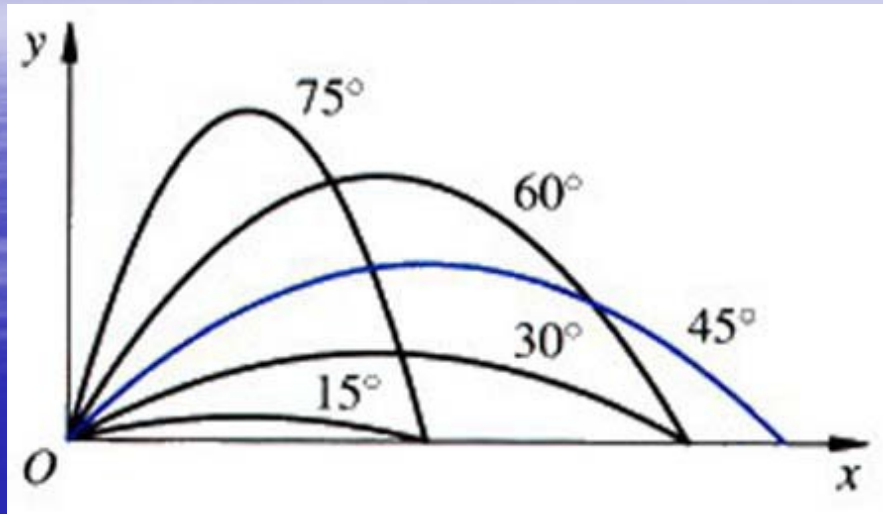
# Pohyb segmentu v letové fázi

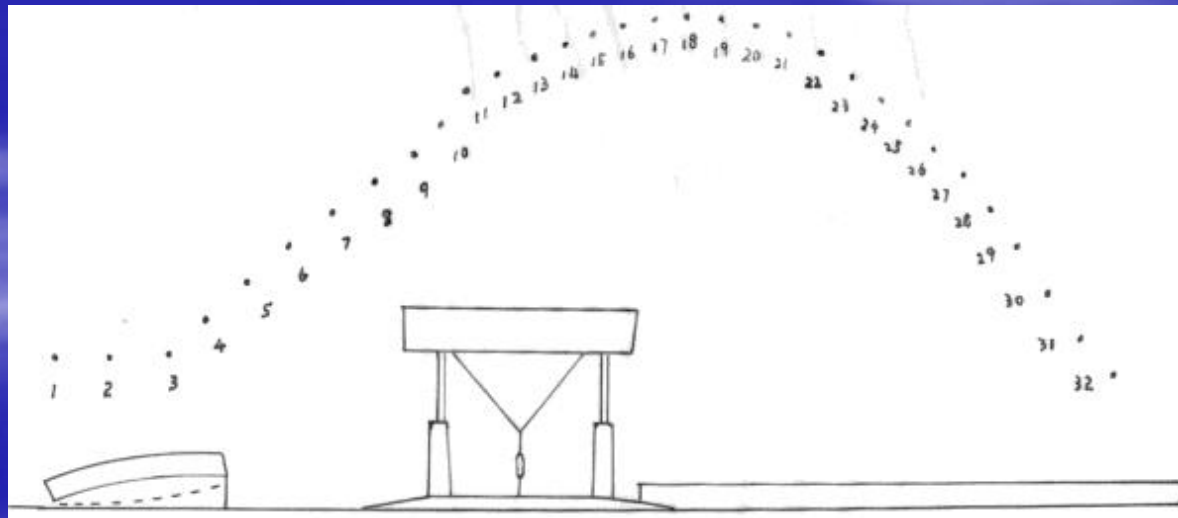
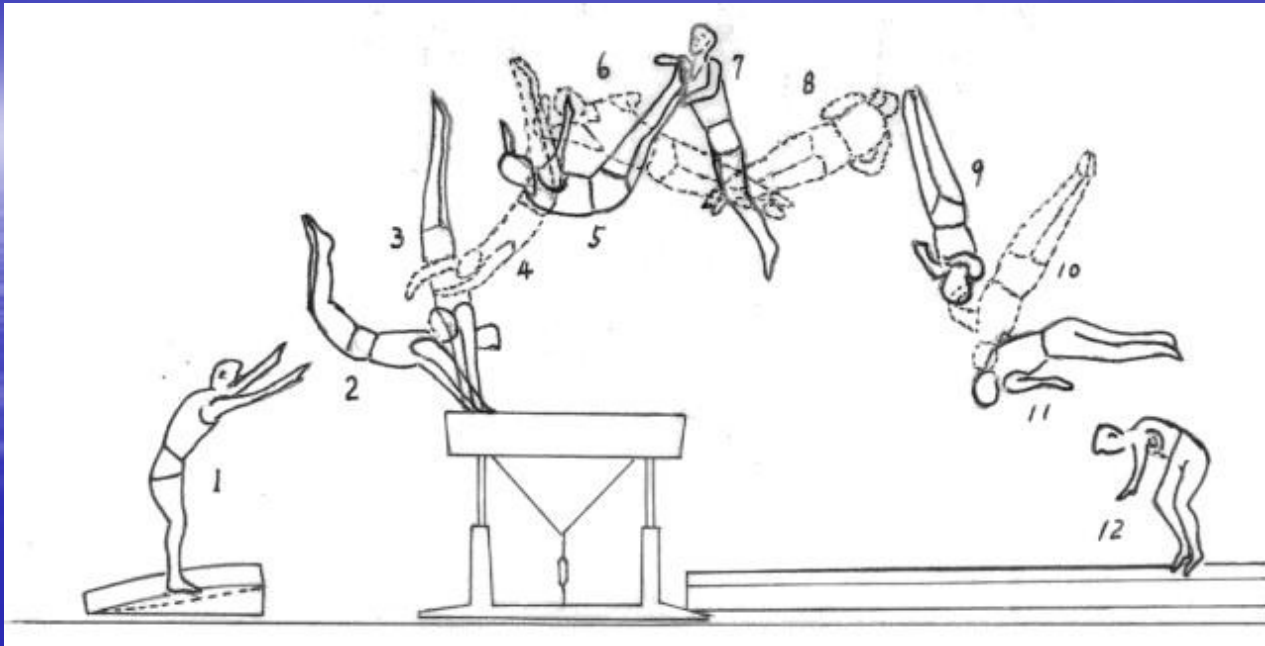


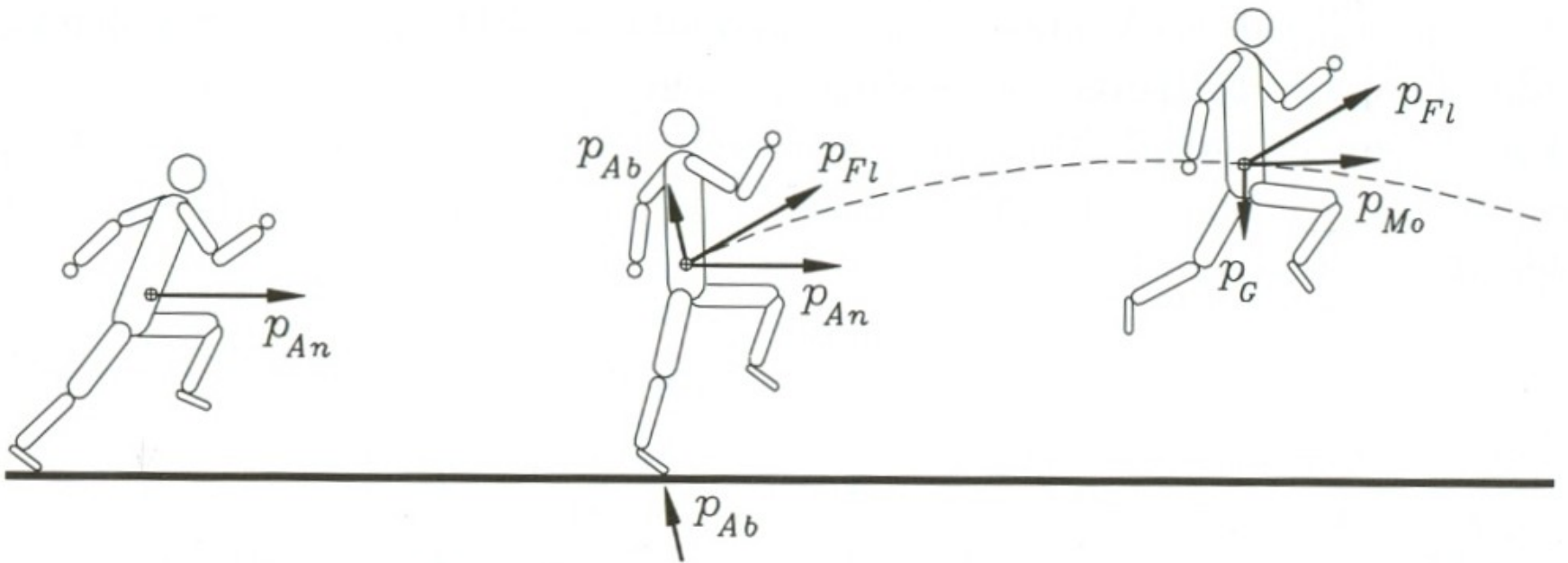
# Poloha těžiště













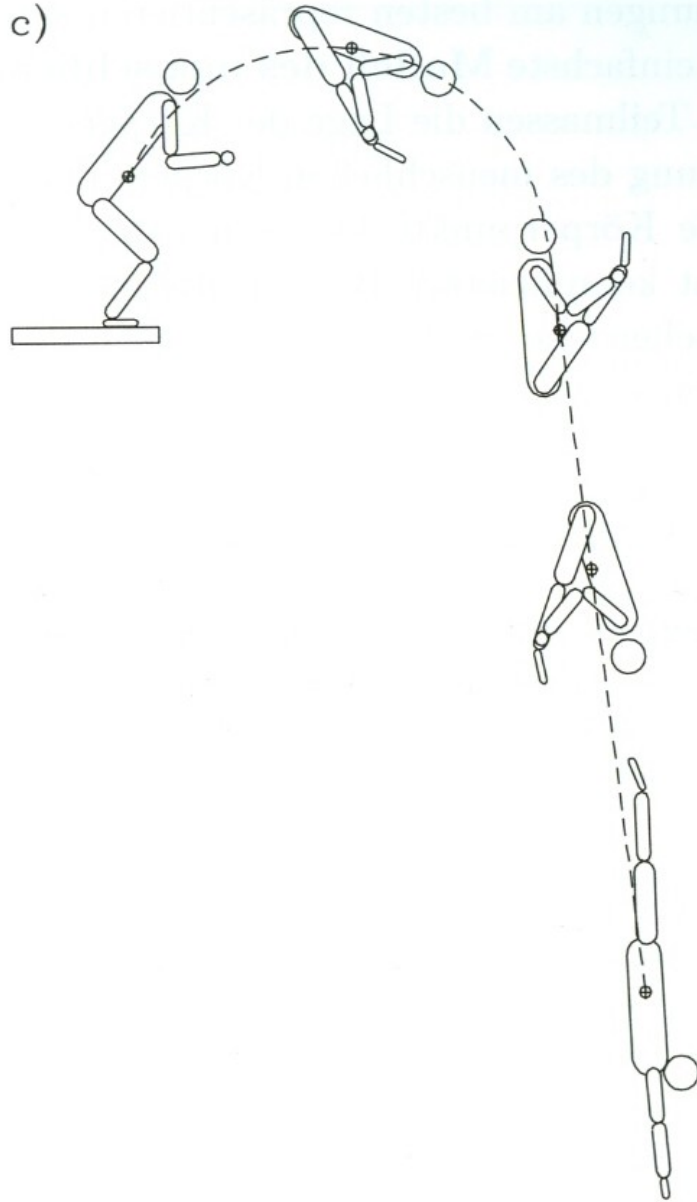


Pohyb jednoho segmentu v letové fázi vyvolá pohyb jiných segmentů v opačném směru

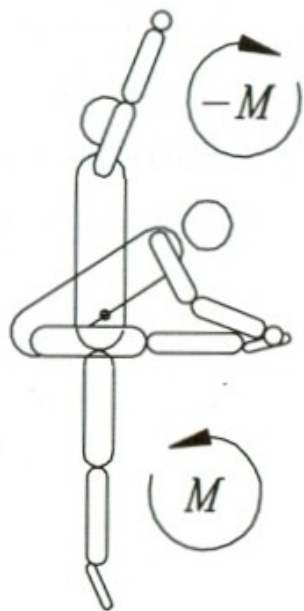




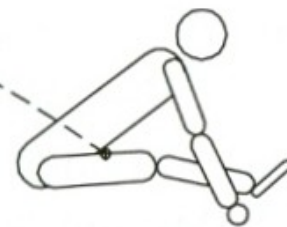
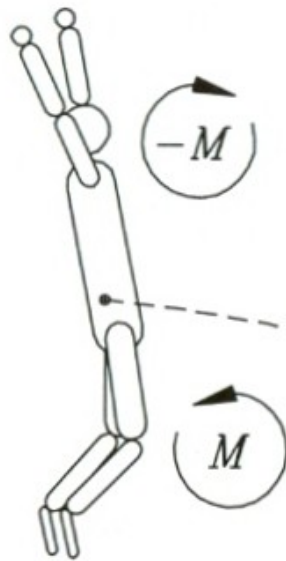
c)

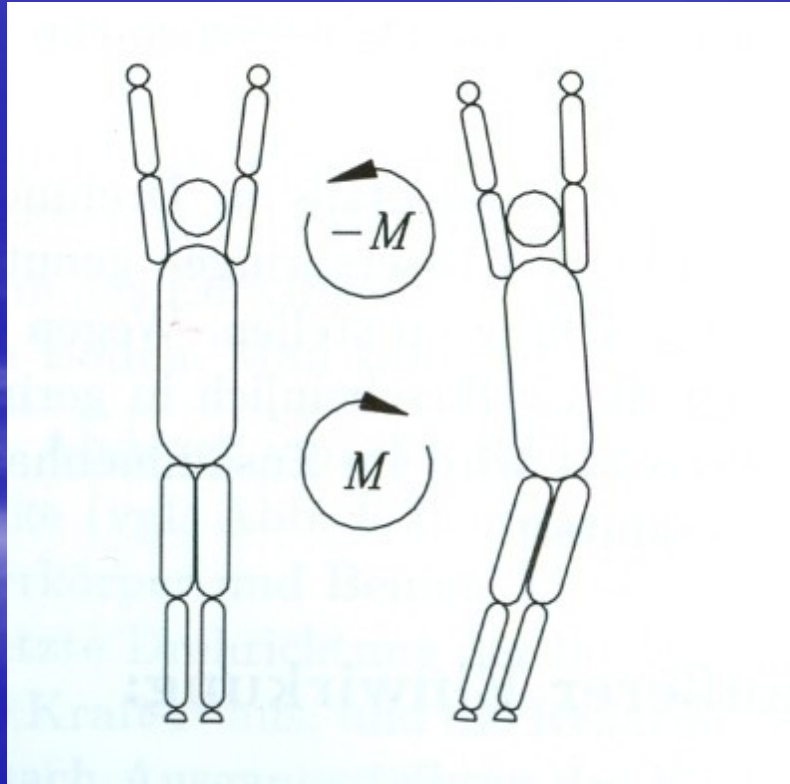
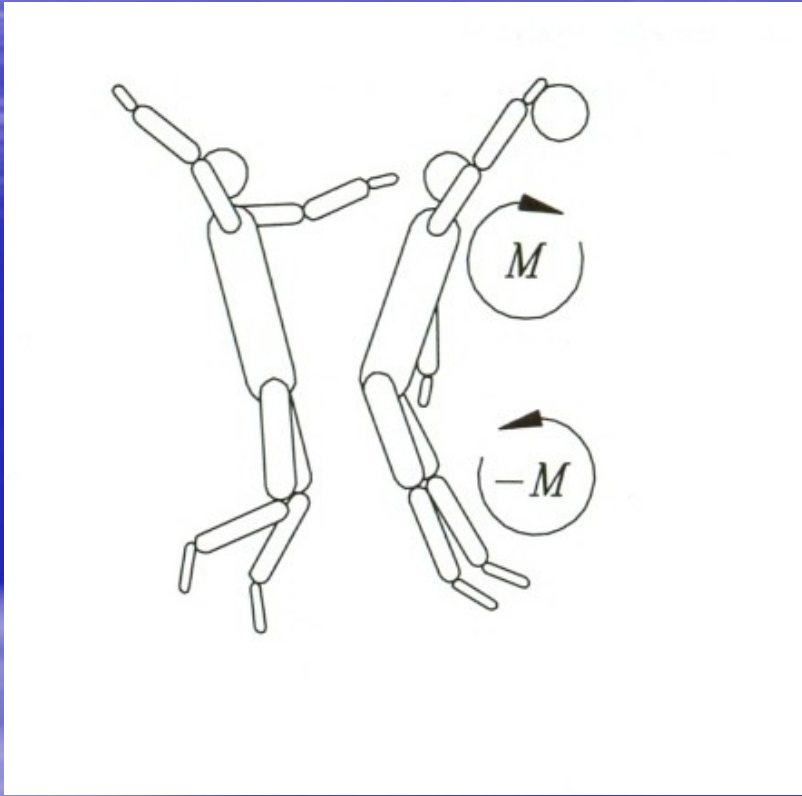


a)



b)









# Kop 540 Hook







[www.taekwondo-training.com](http://www.taekwondo-training.com)





© 2008 Andrew Chuang



