

MASARYKOVA UNIVERZITA

Fakulta sportovních studií



## **Hod oštěpem**

Seminární práce

Vedoucí seminární práce:

Mgr. Michal Rebenseifner

Vypracoval: Jakub Nantl

Brno, 2020

## 1. Použité publikace a čím se autoři zabývají

### *Analyzing, investigating and calculating the optimum mode of the parameters affecting the record of the javelin throw including the initial velocity, initial angle, and initial height of throw*

*Jalalabadi Yousef, Mohammadi Samaneh, 2019*

Autoři se zabývají biomechanickými faktory, které ovlivňují správné technické provedení hodu oštěpem. Zejména se zaměřili na faktory, které se největší mírou podílí na hodech, které pohybují na hranici světového rekordu. Zmiňují tři zásadní faktory:

1. Počáteční rychlost
2. Počáteční úhel
3. Počáteční výška hodu

### *Angular Kinematics and Physical Fitness Analysis of Tall height and Short Height Javelin Throwers- A Case Study of The Islamia University of Bahawalpur, Pakistan*

*Muhammad Akhtar Nawaz, Muhammad Zia ul Haq, Tasleem Arif, 2020*

Autoři této publikace se zabývají výzkumem univerzitních oštěpařů. Předmětem výzkumu je vliv fyzické zdatnosti a úhlové pozice u kolenního a loketního kloubu. Rovněž zkoumají způsob úchopu u jednotlivých oštěpařů. Studenty rozdělili do skupin podle výšky a tělesné hmotnosti, aby zabránili zkreslení výsledků. Data zachycovali pomocí dynamometru, stadiometru a dvou kamer se softwarem Kinovea.

### *Influence of kinematic parameters on result efficiency in javelin throw.*

*Saratlija P, Zagorac N, Babić V, 2013*

Autoři tohoto výzkumu se zaměřili kinematické parametry ovlivňující zejména délku hodu oštěpem. Výzkum počítal dohromady se sedmnácti proměnnými, které byly aplikovány na šestnáct atletů. Pracovalo se dohromady se 113 úspěšnými hody. Byla prokázána významná korelace mezi jednotlivými proměnnými. Nejvýznamnějším faktorem byla rychlost hozeného oštěpu a rychlost došlapu přední nohou.

*Biomechanical Analysis of a World Record Javelin Throw: A Case Study.*  
*Gregor, Robert J., Pink, Marilyn, 1985*

Tito dva autoři se ve svém výzkumu zaměřili na oštěpaře ze Spojených států amerických. Porovnávaly přitom výkony elitních závodníků ze soutěže z roku 1983 Pepsi Invitational Track Meet. Závodníci byli snímáni vysokorychlostní kamerou Spin Physics SP2000 200 snímky za sekundu. Kamera byla umístěna ortogonálně vůči oštěpařské dráze. Tom Petranoff hodil oštěpem do vzdálenosti 99,72m a jeho hod se stal hlavním předmětem výzkumu. Snímek po snímku byl analyzován a vyhodnocován. Rychlost oštěpu dosahovala rychlosti až 32,3 m/s.

*Biomechanická 3D analýza - hod oštěpem*  
*Bc. Martin Novotný, 2008*

Tato práce se věnuje mechanickému a technickému pojetí hodu oštěpem. K dispozici je i srovnání techniky hodu se světovou špičkou a díky důkladné analýze přichází práce s možnými náměty pro nápravu a vylepšení techniky hodu.

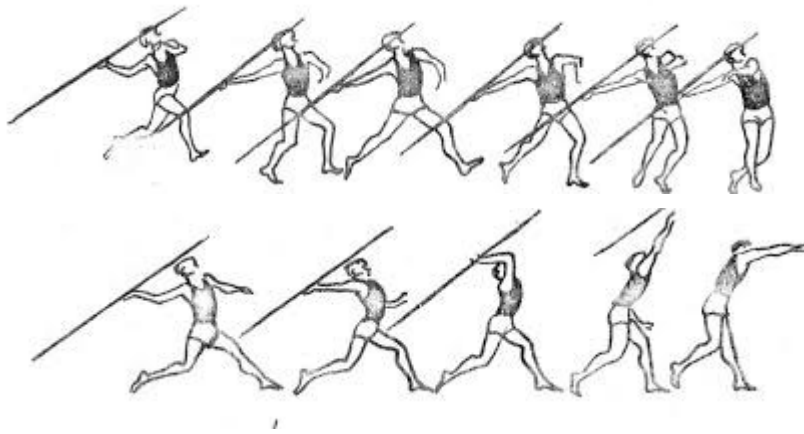
## **2. Kinematická analýza**

Kinematickou analýzu hodu oštěpem využíváme k prozkoumání a porovnávání jednotlivých pohybů doprovázejících hod. Získáváme data, která zaznamenávají jednotlivé pohyby při daném úkonu a ty pak následně analyzujeme. Hlavním předmětem zkoumání je rozběh, závěrečný došlap a následný přechod do samotné fáze hodu.

Kinematická analýza jednotlivých mikrofází hodu oštěpem.

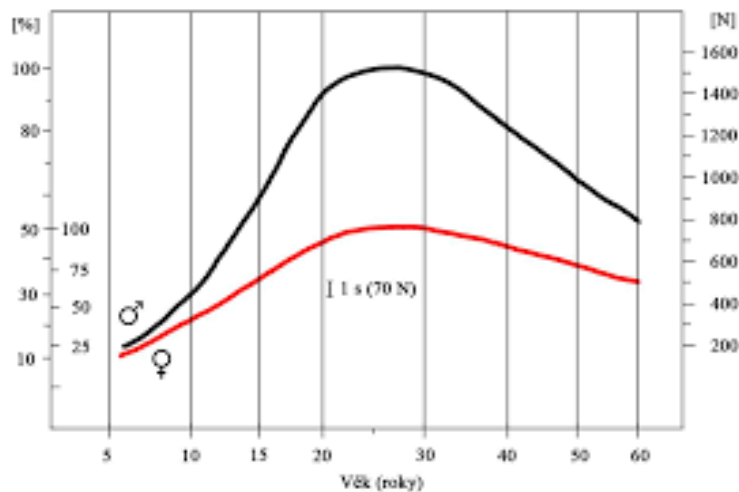
- **Rozběh:** Oštěpař získává potřebnou kinetickou energii pro samotný hod. Běh je stupňovaný a dlouhý 23–30 m. Paže s oštěpem u hlavy rytmicky kýve vpřed a vzad v souladu s kroky.
- **Držení:** Zavnutí šikmo v dlani, prsty obemykají oštěp
- **Nápřah:** V průběhu 2 kroků přímo vzad nad ramenem
- **Přeskok:** Tři impulsní před-odhodové kroky (levá – pravá - levá). Dochází k předběhnutí trupu nohama a k snížení těžiště. Osa ramen a oštěpu jsou rovnoběžné.
- **Odhodové postavení:** Váha těla je na zadní noze. Dlaň ruky s oštěpem je výše než rameno a paže v lokti je natažená. Oštěpař je v bočním postavení ve směru hodu. Paže nesvírající oštěp je v předpažení v přibližném úhlu 45 stupňů.

- Odhodová fáze: Vytočení pravého chodidla, pánve, trupu a hlavy do směru hodu (pokud je oštěp v pravé ruce). Ruka s oštěpem se vytáčí dlaní vzhůru. Pohyb trupu nad levou nohu (vzpírání oštěpu). Oštěp je veden nad ramenem.

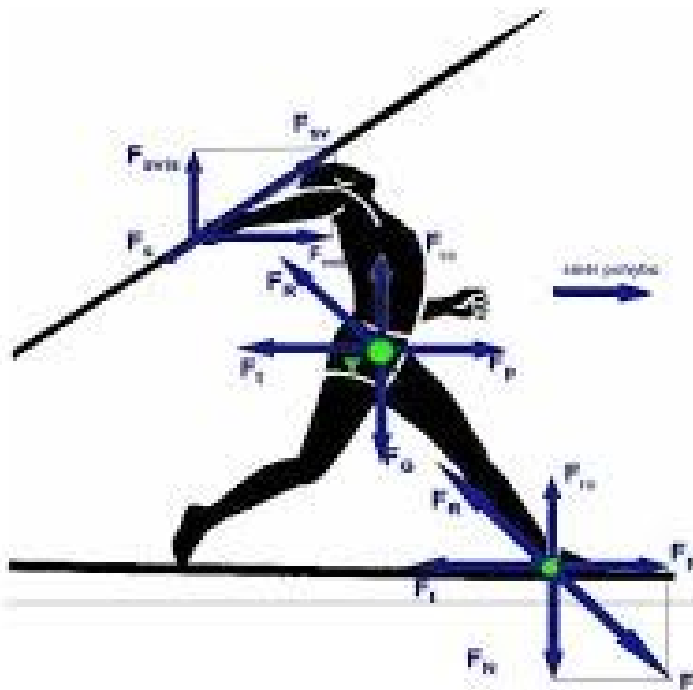


Obr. 1 – mikrofáze hodu oštěpem

Velice mě zaujal graf, který znázorňoval vývoj maximální síly u mužského i ženského pohlaví v závislosti na věku. Jde o zádový zdvih, který je velice důležitý při odhodové fázi.



Obr. 2 - Graf vývoje maximální síly mužů a žen během života (zádový zdvih). (Měkota & Novosad, 2005, upraveno)



Obr. 3 – Kinogram hodu oštěpem

$F_p$  – setrvačná síla oštěpaře

$F_r$  – reakční síla podložky na oštěpaře

$F_t$  – třecí síla podložky působící proti pohybu oštěpaře

$F_s$  – setrvačná síla, která působí proti pohybu oštěpu

$F_{ro}$  – reakce opory

$F_{sv}$  – výsledná svalová síla, kterou oštěpař působí na oštěp

$F_n$  – normálová síla, kterou působí oštěpař kolmo na podložku

$F$  – výsledná síla, působí oštěpař na podložku

$F_g$  – tíhová síla

$F_{vod}$  – vodorovná síla, kterou působí oštěpař na oštěp

$F_{svs}$  – svislá síla, kterou působí oštěpař na oštěp

### 3. Dynamická charakteristika daného problému

Aplikace Newtonových zákonů

#### Newtonovy zákony:

1. Zákon setrvačnosti - Těleso setrvává v klidu nebo rovnoměrném přímočarém pohybu, není-li nuceno vnějšími silami tento stav změnit.

U hodu oštěpem je to právě oštěp, na který je působeno silou oštěpaře a ten je tak nucen změnit klidný stav.

2. Zákon síly – Síla působící ve směru pohybu zvětšuje rychlost tělesa. Síla působící proti směru pohybu zmenšuje rychlost tělesa. Změna rychlosti je tím větší, čím větší je síla. Změna rychlosti je tím menší, čím větší je hmotnost.

$$F = m \cdot a$$

Ve směru pohybu oštěpu působí oštěpař celou řadou sil (uvedeno pod obr. 3), které se společně podílí na uvedení oštěpu do pohybu. Naopak proti působí odpor vzduchu a síla tíhová, která působí kolmo směrem dolů na oštěp.

3. Zákon akce a reakce – Proti každé akci vždy působí stejná reakce; jinak: vzájemná působení dvou těles jsou vždy stejně velká a míří na opačné strany.

Při odhození oštěpu je patrná akce a reakce ve vztahu oštěpaře k oštěpu. Jelikož součet sil oštěpaře je větší než síla, kterou působí oštěp a vnější činitele proti oštěpaři, dochází u oštěpu k pohybu směrem vpřed. I oštěp však působí jistou silou proti oštěpaři. Ta však není na první pohled zřejmá. Je si ale nutné uvědomit, že každá akce vyvolává reakci, a tedy pokud působím nějakou silou na těleso, těleso působí silou jistou silou proti mně.

### 4. Svalové skupiny zapojené při hodu oštěpem

Při fázi náprahu dochází k zevní rotaci horní končetiny (ta, která svírá oštěp) na které se podílí především svaly ramenní a lopatkové (m.infraspinatus, m. teres minor,...). Dále dochází k flexi v ramenním kloubu a jsou zapojovány svaly: deltový, vnitřní sval pažní a sval trapézový (m. deltoideus, m. coracobrachialis a m. trapezius) . Flexe dále přechází v abdukci, na které se podílí především svaly ramenní (m. supraspinatus a m. deltoideus).

Při odhodové fázi dochází k horizontální abdukci a flexi končetiny svírající oštěp. Konkrétně se zapojují svaly m. deltoideus , m. a coracobrachialis. Pro následující vnitřní rotaci je zapotřebí zejména svalů: podlopatkový sval, široký sval zádový, velký oblý sval a velký prsní sval (m. subscapularis, m. latissimus dorsi, m. teres major, m. pectoralis major).

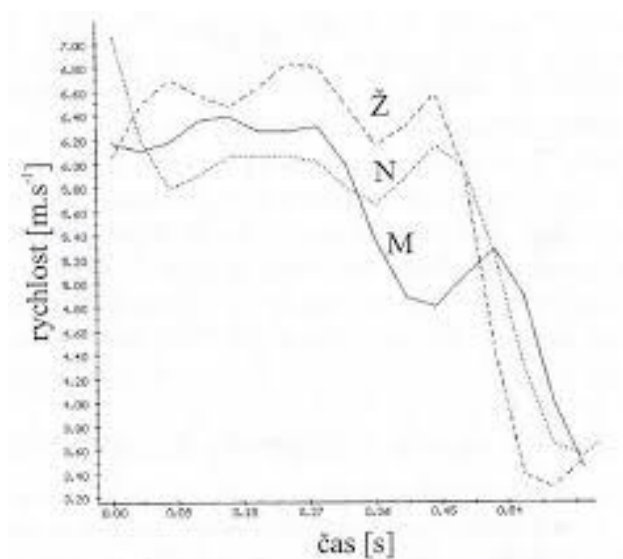
## Cíle a úkoly výzkumu

Cílem výzkumu je přiblížit problematiku hodu oštěpem, popsat jednotlivé fáze hodu, seznámit s působením sil na oštěp a oštěpaře a specifikovat faktory ovlivňující délku hodu a jeho správné technické provedení.

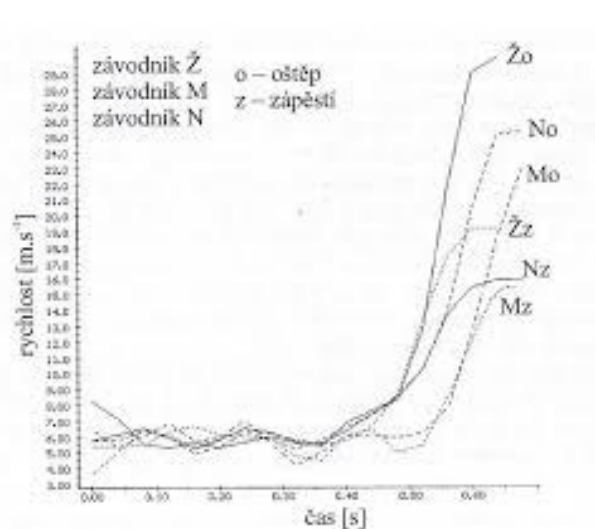
## Metody výzkumu

Sběr dat byl prováděn vysokorychlostními kamerami, které byly umístěny tak, aby co nejméně zkreslovaly zaznamenávaný pohyb. Celkem se zkoumalo 10 žen a 10 mužů. Umístění jednoho snímacího zařízení bylo ze strany kolmo na oštěpaře, další dvě byla umístěna u došlapu z pravé i levé strany. Ze získaných dat lze analyzovat úhly a samotnou techniku. Následně tak můžeme přijít s náměty pro vylepšení techniky hodu a zlepšení výsledků.

Ze záznamů bylo možné pořídit graf, který se zaměřil na rychlost těžiště těla během hodu a rychlost zápěstí s oštěpem.



Obr. 4 - Rychlost těžiště těla během hodu u tří vybraných atletů



Obr. 5 - Rychlost zápěstí a oštěpu

## Závěr

Hod oštěpem zahrnuje celou řadu pohybů, jedná se tedy o motoricky náročný pohybový komplex, na kterém se podílí velké množství svalů. Čím je pohyb komplikovanější, tím jej ovlivňuje větší počet faktorů, které je potřeba do studie zahrnout. Troufám se tvrdit, že studie poskytla dobrá data pro zlepšení výkonnosti a techniky zkoumaných subjektů. Pro přesnější a podrobnější analýzu by však byl potřeba větší počet testovaných jedinců a počítat i s dalšími faktory, které sice ovlivňují délku hodu méně, nicméně do celkového výsledku rovněž promlouvají.

## **Zdroje**

### ***Literatura***

JANURA, Miroslav a František ZAHÁLKA. Kinematická analýza pohybu člověka. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého, 2004, 209 s. Monografie (Univerzita Palackého). ISBN 80-244-0930-5.

NOVOTNÝ, Martin. Biomechanická 3D analýza - hod oštěpem [online]. 2008 [cit. 2020-09-30].

JALALABADI, Yousef a Samaneh MOHAMMADI. Analyzing, investigating and calculating the optimum mode of the parameters affecting the record of the javelin throw including the initial velocity, initial angle, and initial height of throw. Turkish Journal of Kinesiology [online]. 2019, 5(1), 1-14 [cit. 2020-09-30]. ISSN 24590134. Dostupné z: doi:10.31459/turkjin.516625

### ***Elektronické zdroje***

<https://cs.wikipedia.org/>

<https://www.fsps.muni.cz/emuni/data/reader/book-11/04.html>