

**MASARYKOVA UNIVERZITA V BRNĚ**

**Fakulta sportovních studií**

Rozbor kroulové obrátky kotoulem vpřed z biomechanického hlediska

Zpracoval: Petr Zíma  
SEBS: II/4sem  
Učo: 142779

## **Obsah:**

### **Úvod**

#### **1. Východiska výzkumu kraulové obrátky**

1.1. Literární rešerše

1.2. Analýza a syntéza dané problematiky 1.3. Vytýčení problému

#### **2. Cíle, hypotézy a úkoly výzkumu**

2.1. Cíle výzkumu

2.2. Hypotézy výzkumu 2.3. Úkoly výzkumu

#### **3. Metodika výzkumu**

3.1. Charakteristika souboru 3.2. Metody získávání údajů 3.3.

Metody zpracování údajů 3.4. Metody vyhodnocení údajů

#### **4. Výsledky a diskuze**

## Úvod:

Jako téma seminární práce jsem si vybral biomechanický rozbor kraulové obrátky kotoulem vpřed. Tento technický prvek je důležitý pro optimální využití energie plavce a to především ve výkonnostním plavání, kde má tato energie také hodnotu nejvyšší a to nejen z fyzikálního hlediska.

Na úvod celé práce uvádím několik faktů a zajímavostí týkajících se plavání.

Plavání je jednou z nejpobulárnějších tělesných aktivit. Pokud je prováděno správně, přináší radostný zážitek, který posiluje zdraví a zlepšuje fyzickou kondici. Plaváním se zvyšuje síla, vitalita a pohyblivost celého těla. Nabízí výbornou možnost pro posílení kardiovaskulárního systému a může se stát nástrojem pro zlepšení a udržení celoživotní kondice. Při plavání jsou namáhány všechny hlavní svalové partie a plaveme-li s mírnou nebo střední intenzitou, pomáháme si udržovat plíce a srdce zdravé. Nejsou zatěžovány klouby, naopak je zlepšována jejich pohyblivost, zejména ramenních, kyčelních a kotníků. Plaváním můžeme zvýšit úroveň naší fyzické aktivity, čímž zvětšujeme množství energie, kterou spálíme. Sportovci kombinující více sportů mají tendenci trénovat plavání tak, že plavou více nebo zvyšují úsilí.

Zkušenosti z běhu a jízdy na kole přesvědčují, že více tréninku znamená lepší výkon. Spíše než k běhu nebo k jízdě na kole bych plavání přirovnal k tenisu nebo golfu, popřípadě k bojovým uměním, jako je Aikido. Voda plavci "krade" energii a výkonnost. S každým tempem voda brzdí a snaží se plavce zastavit a obírá ho o energii. Když stojíme na zemi a vyskočíme do vzduchu, spálíme asi 10 kalorií. Devět z těchto kalorií jde přímo na pohyb ze země. Jedna byla ztracena při mírné neúčinnosti svalové kontrakce. Svalová kontrakce způsobuje tření, které vytváří teplo - to je důvod, proč se při cvičení potíme. Některé z našich kalorií jsou vydány jako přebytečné teplo. Na druhé straně, když skočíte do bazénu a odplavete několik temp, při kterých spálíte stejných 10 kalorií, pouze jedna z těchto kalorií půjde přímo na pohyb vpřed. Zbylých devět bude ztracená energie, o kterou vás obere brzdící voda. Voda je médium, které maří plavcovu snahu o pohyb vpřed a přirozenost tohoto média dělá z plavání úkol, který je v porovnání s během a jízdou na kole mnohem těžší vyřešit. Pojďme si pro zajímavost porovnat plavání a běhání. Každý běžcův krok je odrazem z pevného místa pohybem vpřed skrz řídký vzduch. V porovnání s běžcem, plavec s každým tempem musí tlačit proti tekutině, která se zdá, že pouze víří a točí se, když se skrze ní pokoušíte protlačit. A k navržení všeho, při snahu o pohyb vpřed se musíte "probíjet" tekutinou, která je mnohonásobně hustší než vzduch. Pro běžce to může být podobné jako běh na poli ze želatiny, která dosahuje až po uši a to vše proti větru síly vichřice. Schopnost vody okrást nás o energii je obrovská. Odhaduje se, že dokonce světoví plavci mají pouze 9% mechanickou účinnost - 91 z každých 100 kalorií je ztraceno odporem vody a neschopností ruky tlačit proti tekutině. Plavec začátečník může mít pouze 1 - 2 procentní účinnost, což

znamená, že až 99 ze sta kalorií si od něj vezme voda. Protože plavecká účinnost má takový obrovský význam, výborné výkony světových plavců jsou přibližně ze 70% vlivem účinnosti, efektivity, ekonomičnosti a koordinace polohy těla a plaveckých pohybů a pouze 30% výkonu určuje fyzická zdatnost a síla plavce. Pro méně zkušené plavce s neúčinnou technikou možná až 90 procent výkonu bude určeno jak efektivně nebo neefektivně se plavec skrze vodu pohybuje. Zbýlých 10 procent bude určeno fyzickými vlastnostmi. Tedy, jestliže plavete 500m za 10 minut a chtěli byste se zlepšit na 9 minut, pouze 5 - 10 sekund získáte z lepší fyzické kondice, zatímco 50 - 55 sekund bude z toho, jak se naučíte účinněji pohybovat vodou.

Lepší plavecká účinnost je kombinací dvou snah: minimalizovat odpor vody a maximalizovat celkovou účinnost pohybu.

## **1. Východiska výzkumu kraulové obrátky kotoulem vpřed**

### **1.1 Literární rešerže**

a) **Plavání**, Giehr, Koop -. České Budějovice 2000

- publikace velice podrobně popisuje základní techniky plavání, obrátek, a tréninkových zásad. Je bohatě ilustrovaná a doplněna o popis a rozfázování jednotlivých plaveckých technik. Dle mého názoru je to momentálně nejkvalitnější kniha na trhu. „ **K zahájení kotoulu nepoužívejte ruce. Využijte plavecké setrvačnosti, zastrčení brady k hrudi a delfinový kop k provedení otočky. Otočte se v co nejmenším prostoru: nos ke kolenům, paty k hýždím. Nohy nikdy nemějte propnuté.**“

b) **Plavání: teorie a didaktika: učebnice pro posluchače studijního oboru tělesné výchovy a sportu**, Hoch Miloslav, SPN Praha 1987

- publikace celkem kvalitně popisuje klasické techniky plavání. Je již částečně zastaralá a to především v oblasti tréninkových metod a vybavení. „ .... **na obrátku je třeba naplavat největší možnou rychlostí.** “

c) **Biomechanika:** tělesných cvičení pro posluchače odborné tělesné výchovy pedagogických fakult, Kovařík Vladimír, Brno 1972

- publikace popisuje základy biomechaniky základních pohybů. Vysvětluje základní fyzikální zákonitosti a jednotky. Samostatná část publikace je věnována biomechanickému rozboru u vybraných sportovních odvětví.

„ **Při obrátkách využívá závodník kinetickou energii svého těla k urychlení obrátky. .... Závisí tedy rychlost obrátky na rychlosti naplávání a nepřímo na poloměru otáčení.** “

## 1.2 Analýza a syntéza kraulové obrátky kotoulem vpřed

Plavání je charakterizováno pohybem člověka v kapalném prostředí. Jeho pohyb se musí přizpůsobovat podmínkám pohybu na rozhraní kapalného a plynného prostředí. Protože kapaliny nejsou pevné a neposkytují plavci pevnou oporu je třeba pro pohyb v tomto prostředí využívat především jejich odporu. Odpor vody je síla, kterou plavec musí přemáhat, aby se ve vodě mohl pohybovat. Je to však také jediná vnější síla, kterou může k tomuto pohybu využít jako síly reakční. Na těleso v kapalině samozřejmě působí i tíhová síla, jejíž působením na vodu vzniká hydrostatický tlak. Rozdíl tlaků na těleso v kapalině ponořené způsobuje vztlak. Směr vztlaku je totožný se směrem tíhové síly, vztlak je však opačně orientovaný.

$F_g$  tíhová síla

$F_v$  vztlaková síla

Při obrátce kraulové obrátce kotoulem vpřed využívá plavec kinetickou energii těla  $W_k$  k urychlení obrátky. Ke změně pohybu v rotační dojde v důsledku působení dostředivé síly  $F_{do}$  odporu vody při zanoření. Dostředivá síla způsobí zakřivení pohybu těla plavce, takže při vhodné časové a prostorové struktuře vysazení a sbalení těla se plavec přetočí kolem příčné osy. Rychlost obrátky je charakterizována úhlovou rychlostí  $\omega$  libovolného hmotného bodu plavcova těla. Dochází ke změně kinetické energie

$$W_k = \frac{m \cdot v^2}{2}$$

na kinetickou energii rotační  $W_{kr} = \frac{I \cdot \omega^2}{2}$  .

Rychlost otáčení pak je  $\omega = \frac{v}{r}$

$W_k$  energie kinetická

$W_{kr}$  energie kinetická rotační

$\omega$  úhlová rychlost

$m$  hmotnost

$v$  rychlost

$I$  moment setrvačnosti

### 1.3. Vytyčení problému

Jelikož při pohybu v kapalném prostředí dochází k obrovským energetickým ztrátám je třeba ještě důsledněji zjistit optimální polohu těla při plaveckých pohybech v našem případě při naplávání do obrátky a při pohybu v obrátce. Dalším úkolem bude zjistit jaká je nejvýhodnější rychlost pro zahájení tohoto plaveckého pohybu.

## 2. Cíle, hypotézy a úkoly výzkumu

### 2.1. Cíle výzkumu

Zjistit a analyzovat kinetiku a dynamiku kraulové obrátky kotoulem vpřed.

## **2.2. Hypotézy výzkumu**

H1 – předpokládáme, že při provádění obrátky bude správně zvolené těžiště. Záleží však vždy na tělesné struktuře každého jedince.

H2- optimálně provedenou obrátku docílíme v závislosti na zvolené rychlosti, správném načasování pohybové struktury vysazení a sbalení.

H3 – aby byla obrátka co nejefektivnější je třeba docílení pohybu těžiště po kružnici co nejvíce ke středu otáčení.

## **3. Metodika výzkumu**

### **3.1. Charakteristika souboru**

Výzkum byl vyhodnocována na třech cvičencích:

1. věk 23 let, váha 78 kg
2. věk 38 let, váha 67 kg
3. věk 17 let, váha 56 kg

### **3.2. Metody získávání údajů**

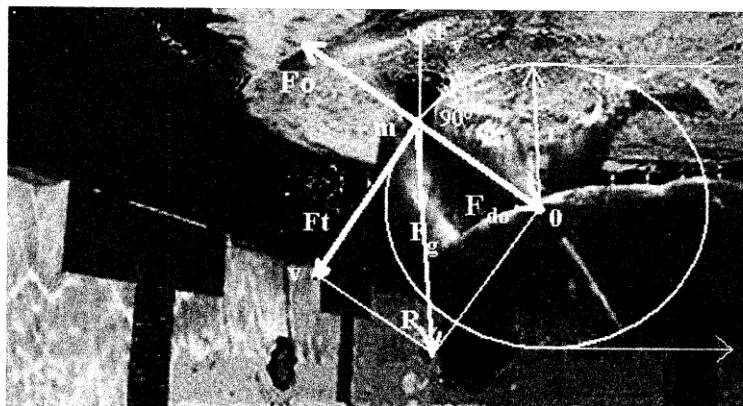
Zvolili jsme kinematografickou metodu.

### **3.3. Metody zpracování údajů**

- Kinogram



- analýza kinogramu



$F_{do}$  – dostředivá síla  
 $F_o$  – odstředivá síla  
 $F_v$  – vztlaková síla  
 $F_g$  – tíhová síla  
 $F_t$  – síla tečná  
 $m$  – hmotnost  
 $v$  – rychlost  
 $r$  – poloměr otáčení



### **Svaly zabezpečující pohyb při obrátce**

Přímý sval břišní (m. rectus abdominis)  
Zevní šikmý sval břišní (m. obliquus abdominis externus)  
Široký sval zádový (m. latissimus dorsi)  
Sval bedrokyčlostehenní (m. iliopsoas)  
Velký sval hýžďový (m. gluteus maximus)  
Přímý sval stehenní (m. rectus femoris)  
Dvojhlavý sval stehenní (m. biceps femoris)  
Lýtkový sval dvojhlavý (m. astrocnemius)

### **3.4. Metody vyhodnocení údajů**

K určení závěru zkoumání byla použita analýza, syntéza, indukce a dedukce.

## **4. Výsledky a diskuze**

Rychlost kraulové obrátky s kotoulem vpřed - přímo závisí na rychlosti naplávání a nepřímo na poloměru otáčení plavce.

**H1** – do okamžiku těsně před zahájením obrátky zachovávat co nejvíce aerodynamickou polohu s vyrovnanou složkou  $F_v$  a  $F_g$ . Aby nedocházelo k nežádoucí samovolné rotace trupu a nohou. Vlivem rozdílného umístění těžiště a objemového středu klesají nohy plavce ke dnu. Posunutím těžiště blíže k působení vzlaku se rotační moment zmenší.

**H2** - plavec nesmí před obrátkou zmírnit rychlost plavání. Naopak zvýšená rychlost je žádoucí a na ní je dále přímo závislá rychlost v obrátce.

**H3** – obrátku je třeba provést v co největším sbalení. Nohy a chodidla je nejlepší přemísťovat přímo nad hlavou. Otočku uskutečnit v co nejmenším prostoru:

nos ke kolenům, paty k hýždím. Nohy by nikdy neměly být propnuté.

Vztlak působí jen na ponořenou část těla, proto nad vodou smí být vynořeny jen nutné části těla a po nejkratší nutnou dobu.

K zahájení kotoulu nepoužívejte ruce. Využijte plavecké setrvačnosti, zastrčení brady k hrudi a delfinový kop k provedení otočky. Abyste se vyhnuli vodě v nose, v průběhu otáčky nosem vydechujte. Otočte se v co nejmenším prostoru: nos ke kolenům, paty k hýždím. Nohy nikdy nemějte propnuté. Neodrážejte se od stěny v poloze na břiše. Nenadechujte se ani těsně před obrátkou, ani těsně po ní; snažte se udržet aerodynamickou polohu. Vzdálenost od stěny odhadněte podle "T" na dně před stěnou. Otočku začněte s rukama u těla. (Alespoň) jedna ruka a dlaň bude sloužit jako bod stability a kontrola otočky. Tělo držte v pevné "balónové" poloze. Nohy a chodidla se přemisťují přímo nad hlavou. Dlaně a ruce použijte pro udržení rovnováhy a podporu. Držte nohy u sebe a současně se odrazte chodidly. Soustředte se na odraz od stěny ve správném místě, ani příliš dole nebo nahoře.

#### **Seznam použité literatury:**

Olejár, Olejárová: Mechanika I, Young scientist, Bratislava

Giehr: Plavání, Koop -. České Budějovice 2000

Hoch Miloslav: Plavání: teorie a didaktika: učebnice pro posluchače studijního oboru tělesné výchovy a sportu, SPN Praha 1987

Kovařík Vladimír : Biomechanika: tělesných cvičení pro posluchače odborné tělesné výchovy pedagogických fakult, Brno 1972