

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

Fakulta tělesné výchovy a sportu

Zjišťování závislosti mezi explozivní silou horních končetin a výkonem při sprintu na kajaku  
u vodních slalomářů

Bakalářská práce

Vedoucí práce: PhDr. Milan Bílý PhD.

Vypracoval: Radomír Fusek

Praha 2016

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité prameny a literaturu.

.....

Radomír Fusek, Praha 2016

Osobní poděkování:

Děkuji svému školiteli, PhDr. Milanu Bílému Ph.D., za podporu a vedení. Mgr. Radce Bačákové, Ph.D. za pomoc se zpracováním materiálů pro práci a v neposlední řadě také Mgr. Janu Bustovi za pomoc se zpracováním získaných dat a revizi práce. Poděkování patří také probandům, výkonnostním českým kajakářům, kteří nám věnovali svůj čas i maximální nasazení.

Svoluji k zapůjčení práce ke studijním účelům. Prosím, aby byla vedena přesná evidence vypůjčovatelů, kteří mají povinnost řádně citovat pramen převzaté literatury.

Jméno a příjmení	Adresa	Číslo OP	Datum výpůjčky

## **Abstrakt**

**Název:** Zjišťování závislosti mezi explozivní silou horních končetin a výkonem při sprintu na kajaku u vodních slalomářů

**Cíle práce:** Zjistit vztah mezi explozivní silou horních končetin a trupu prokázanou u vybraných cviků v posilovně s výkonem při sprintu na vzdálenost 40 metrů na klidné vodě.

**Metody:** Explozivní síla horních končetin a trupu byla testována prostřednictvím akcelerometrického přístroje Myotest® Pro 2 u cviků bench – press, přitah v lehu na lavici a shyb. Sprint na klidné vodě na 40 metrů byl měřen ručně třemi časoměři, přičemž výsledným časem byl čas průměrný. Vztah výkonu při sprintu a výbušné síly byl zjišťován prostřednictvím Pearsonova korelačního koeficientu.

**Výsledky:** Středně silná míra závislosti byla zjišťována u některých ukazatelů výbušné síly použitím akcelerometrického přístroje Myotest® Pro 2. Konkrétně se jednalo o maximální hodnoty síly u cviku bench – press (-0,42) a shyb (-0,42) a maximální rychlosti opakování u cviku bench – press (-0,51). U ostatních ukazatelů nebyla prokázána žádná nebo pouze velmi nízká úroveň korelační závislosti. Z výsledků je ovšem patrné, že při sprintu nejrychlejší probandi dosáhli u většiny naměřených hodnot výbušné síly vysoce nadprůměrných výsledků. Protože se jednalo o pilotní výzkum, netroufáme si prozatím na základě výsledků vyvodit jednoznačné závěry a je nutné vztah výbušné síly u vybraných cviků s rychlostí pádlování dále zkoumat.

**Klíčová slova:** Explozivní síla, vodní slalom, Myotest® Pro 2,

## Abstract

**Title:** Determining dependencies between the explosive power of the upper extremities and performance in sprint on kayak of white water paddlers.

**Aims:** Determine the relationship between the explosive power of upper limbs and trunk, as demonstrated by selected exercises in the gym with a performance at the sprint distance of 40 meters in calm water.

**Methods:** Explosive power of upper limbs and trunk were tested through devices Myotest® Pro 2 in exercises bench - press, bench – pull and pull - ups. Sprint on 40 meters was measured manually by three timekeepers, the final time was the average time. Relationship between performance in the sprint and explosive strength was assessed through Pearson correlation coefficient.

**Results:** There was found moderate degree of dependence in some indicators of explosive power detected by Myotest® Pro 2. Specifically, the maximum force in the exercise bench - press (-0.42) and the pull-up (-0.42) and the maximum repetition speed at an exercise bench - press (-0.51). For other indicators, there was no evidence or only a very low level of correlation dependencies. The results, however, evident that the sprint fastest probands achieved in the majority of the measured values explosive force well above average results. Since it was a pilot research, we can not draw firm conclusions for the time being. It should be a relationship of explosive power exercises at selected speeds paddling further investigation.

**Keywords:** Explosive power, white water slalom, Myotest® Pro 2,

# Obsah

1. Úvod .....	9
2. Teoretická východiska.....	11
2.1 Struktura výkonu ve vodním slalomu .....	11
2.2 Motorické schopnosti .....	12
2.2.1. Silové schopnosti .....	13
2.2.1.1 Biologické determinanty síly .....	15
2.2.2. Rychlostní schopnosti .....	16
2.2.2.1 Biologické determinanty rychlosti.....	18
2.2.3 Vztahová souvislost síly a rychlosti ve vodním slalomu.....	19
2.2.4 Diagnostika síly a rychlosti ve vodním slalomu.....	19
2.2.4.1 Myotest® Pro 2 .....	21
3. Cíle práce, výzkumné otázky a hypotézy .....	24
4. Metodika práce .....	25
4.1 Popis výzkumného souboru.....	25
4.2 Sběr dat.....	25
4.2.1 Testování v posilovně.....	25
4.2.2 Testování na vodě.....	27
4.3 Analýza dat.....	27
4.3.1 Korelační analýza .....	27
4.3.1.1 Pearsonův korelační koeficient .....	28
4.3.2 Průměr a směrodatná odchylka .....	28
5. Výsledky.....	29
5.1 Výsledky testování maximální síly .....	29
5.2 Výsledky sprintu na 40m na klidné vodě .....	31
5.3 Výsledky měření výbušné síly při cviku bench – press .....	32
5.4 Výsledky měření výbušné síly při cviku přítah v lehu na lavici .....	34
5.5 Výsledky měření výbušné síly při cviku shyby.....	36
5.6 Shrnutí naměřených výsledných hodnot v použitých testech .....	38
5.7 Korelace maximální síly a sprintu na 40 metrů.....	41
5.8 Korelace ukazatelů výbušné síly s výkonem při sprintu na 40 m .....	42
5.9 Stručné shrnutí výsledků .....	43
6. Diskuse .....	44

7. Závěry.....	46
Seznam literatury.....	47
Seznam internetových zdrojů .....	49
8. Přílohy .....	50
Schválená žádost etické komise .....	51
Informovaný souhlas .....	52



# 1. Úvod

Vodní slalom je nepochybně jedním z nejkompexnějších sportů na světě. Probíhá v proměnlivých podmínkách vnějšího prostředí, které kladou vždy poněkud odlišné nároky na kondici, psychiku, techniku a taktiku závodníka. Tento druh sportu se může skutečně pochlubit multifaktoriální a velmi pestrou strukturou sportovního výkonu. Závodník se tak může neustále v něčem zlepšovat a zdokonalovat. Svůj výkon může vnímat z různých perspektiv a v tréninku využívat různých metod a prostředků realizovaných v rámci sofistikovaných systémů. Protože slalom na divoké vodě je sport s velmi složitou technikou, pozornost se tradičně soustředí především na technickou přípravu. Dobré techniky ovšem nelze zdaleka dosáhnout bez patřičné úrovně pohybových schopností. Zatímco koordinační a silové schopnosti vytvářejí základní předpoklad pro realizaci úspěšné techniky, vytrvalostní schopnosti potom umožňují lépe zvládat specifické tréninkové zatížení. Schopnosti rychlostně-silové jsou potom u sportu, jehož podstatou je co nejrychlejší průjezd vytyčené trati, zcela nepostradatelné pro podávání vrcholných výkonů.

S přechodem z tratí přírodního na tratě umělého charakteru, zkrácením a zlehčením lodí i zkrácením samotné délky závodu lze usuzovat o stoupajícím významu síly a rychlosti. Tento úsudek je částečně odvozen z vývoje pravidel, dlouhodobé aktivní účasti v tomto sportu a také na základě pohledu na fyziognomii čím dál tím většího procenta elitních světových závodníků. Ta se stále častěji vyznačuje muskulaturou podobnou sprinterům napříč různými sportovními specializacemi. Z hlediska silových schopností klade vodní slalom na závodníka velmi komplexní požadavky. Závodník musí rozvíjet všechny druhy síly, přičemž na vrcholové úrovni vodního slalomu je pravděpodobně nejdůležitější schopnost rychlé a výbušné síly. Na základě zkušenosti trenéra mohu konstatovat, že celá řada trenérů našich předních závodníků se v rámci přípravy na vrcholné soutěže v posilovně soustředí právě na trénink rychlé a výbušné síly prostřednictvím celé řady metod a cviků v domnění, že tímlepší rychlost a tím i celý výkon závodníka. Cílem této práce je zjistit, nakolik jsou tyto domněnky oprávněné. Netestujeme ovšem posilovací tréninkové metody pomocí experimentu, nýbrž pouze zjišťujeme vztah mezi úrovní výbušné síly u vybraných základních cviků realizovaných často v posilovně a rychlostí na vodě, tedy časy dosaženými při sprintech na krátké vzdálenosti. Na základě tohoto vztahu bychom měli být schopni usoudit, nakolik výbušná síla v posilovně koreluje s rychlostí na vodě a do jaké míry má tedy metodám jejího rozvoje smysl věnovat v tréninku pozornost.

Za účelem zjištění parametrů výbušné síly pracujeme s moderním mobilním akcelerometrickým zařízením Mytotest® Pro 2. Přestože by bylo pravděpodobně jednodušší použití jednoduchým motorických zkoušek například podle Měkoty a Blahuše (1984), rozhodli jsme se pro testování pomocí tohoto zařízení. Chceme totiž sportovce testovat u cviků, které se velmi často vyskytují v jejich posilovacím programu. Mezi tyto cviky patří bench – press, přítah v lehu na lavici a shyby. Protože tyto cviky nejsou, s výjimkou bench – pressu, v přístroji předdefinované, používáme jeho funkci „Open Measurment“. Data z přístroje byla exportována do programu MS Excel, kde byla následně analyzována. Každý test trval 15 sekund, přičemž přístroj měří 4 výkonové parametry každou milisekundu. U 7 probandů a 3 testů byla tedy nutná analýza 60 000 číselných údajů hned 21 krát. Z tohoto pohledu se jednalo o velmi složitou práci a bylo poměrně náročné vybrat hodnoty, které bychom mohli uvést jakožto výsledné. Všechny číselné údaje bylo nutné graficky zobrazit a teprve na základě tohoto zobrazení zodpovědně zvolit reprezentativní hodnoty pro další statistickou analýzu.

Práce je koncipována jako pilotní výzkum, na který chceme navázat dalšími měřeními. Za vhodné přitom považujeme další použití akcelerometru, ale také lehčích motorických testů snadněji využitelných v běžné tréninkové praxi.

## 2. Teoretická východiska

Slalom na divoké vodě, neboli vodní slalom, je vodní sport spadající pod kanoistiku. V tomto sportu se závodníci na kánoji či kajaku snaží co nejrychleji a bez chyb projet sérií branek. Na olympijských hrách se poprvé objevil v roce 1972 v Mnichově. Podruhé se pak znovuobjevil až po 20 letech na Letních olympijských hrách 1992 v Barceloně v roce 1992 (Ježek a kol., 2003). Jako první závod ve slalomu je mezinárodní kanoistickou federací uznáván závod na Aaře ve Švýcarsku v říjnu roku 1933. Prvním československým průkopníkem vodního slalomu u nás byl František Smutný, který se svými spolupracovníky uspořádal 9. května 1937 první slalom na kajaku na českém území a to v Brně. První mistrovství republiky se konalo v roce 1939 na přehradě u Radotína na řece Berounce. První MS ve vodním slalomu se potom konalo roku 1949 v Ženevě (Bílý a kol., 2001). Čeští závodníci vždy patřili a nadále patří mezi absolutní světovou špičku. Od roku 1992 se podařilo na Olympijských hrách uspět Štěpánce Hilgertové v kajaku žen, Lukáši Pollertovi v singlkánoji mužů, deblkanoistům Šimek – Rohan, Jiras – Máder a Volf – Štěpánek a naposledy kajakáři Vavřinci Hradilkovi. Právě na kajakáře je zaměřena tato výzkumná práce, protože především v této kategorii lze na základě vývoje v posledních letech lze uvažovat o rostoucím významu rychlé a explozivní síly pro výkon.

### 2.1 Struktura výkonu ve vodním slalomu

Vodní slalom je značně specifický sport se složitou, multifaktoriální strukturou sportovního výkonu. Na aktuálním výkonu se dle Bílého (2012) podílejí:

- A) Vnitřní podmínky. Na závodníka ve slalomu jsou kladeny požadavky v oblasti bioenergetického krytí svalové práce (kondiční), individuální přizpůsobení obecné techniky pádlování na základě zákonů biomechaniky (požadavky individuální techniky) i na psychiku závodníka.
- B) Vnější podmínky. V průběhu celého závodního období závodník získává znalosti z různých vodních terénů, kterých využívá ve svůj prospěch. Každá trať je jedinečná charakterem vodního prostředí (rozdílný spád, šířka, délka, tvar koryta, rozmístění a typ překážek apod.). Proměnlivost podmínek je navíc umocněna variabilním rozmístěním branek. Zkušenosti z pohybu na rozličných vodních tocích výrazně ovlivňují výkon a jsou následkem interakce mezi systémem vnitřních předpokladů a systémem vnějších podmínek.

Pozornost ve vodním slalomu se soustřeďuje především na techniku a specifické dovednosti (Bauer, 1988). Z fyziologického pohledu se jedná o fyzickou aktivitu, kde závodníci musí vynikat silou, rychlostí i vytrvalostí. Lze je charakterizovat vysokým rozvojem kardiorepiračního systému, vysokou schopností přenosu a využití kyslíku i tvorbou energie prostřednictvím anaerobního metabolismu (González – de – Suso, D'Angelo, Prono, 1999). Dnes lze ovšem samotnou podstatu vodního slalomu spatřovat spíše v neustálých explozích výbušné a rychlé síly v důsledku nutnosti stále znovu rozjíždět loď (Bílý, 2012).

V dotazníkovém průzkumu provedeném Bílým mezi trenéry elitních závodníků v roce 2011, vyplývá následující struktura sportovního výkonu: 20,8% rychlost, 14% vytrvalost, 15,5% rychlost, 22,1% technika a 29% psychika. Z tohoto průzkumu je patrné, že síla a rychlost na výkonu podílejí poměrně významnou měrou. Struktura výkonu ve vodním slalomu je ale pravděpodobně mnohem složitější. Vodní slalom vyžaduje značný počet dovedností, kombinací, kreativních řešení a rizikovosti. Lze předpokládat existenci složité multifaktoriální struktury výkonu (Hlavsa a Hošek, 1968). Podíl hypotetických složek sportovní přípravy na výkonu ve vodním slalomu byl Malým (1972) odhadnut na 30% podíl tělesné, 30% podíl psychické a 40% podíl technické přípravy.

## **2.2 Motorické schopnosti**

Čelikovský (1990) rozumí motorickou schopností integraci vnitřních vlastností organismu, která podmiňuje splnění určité skupiny pohybových úkolů a současně je jimi podmíněna. V současnosti je akceptováno rozdělení motorických schopností na kondiční, koordinační a kondičně-koordinační, což jsou schopnosti hybridní. Kondiční schopnosti jsou determinovány převážně faktory a procesy energetickými. Řadí se sem schopnosti akční rychlosti, silové a vytrvalostní. Koordinační schopnosti jsou podmíněny funkcemi a procesy pohybové koordinace, jsou spjaty především s řízením a regulací pohybové činnosti (Měkota, 2005). Za schopnosti kondičně-koordinační, tedy hybridní, považuje Havel a Hnízdil (2009) flexibilitu.

Základní pohybové schopnosti (síla, rychlost, vytrvalost a obratnost) jsou dnes chápány jako komplexy silových, rychlostních, vytrvalostních a obratnostních kvalit, které v přirozených podmínkách sportovních výkonů neexistují jako samostatné fenomény, nýbrž vstupují do různých vzájemných spojení. Spojení (např. silová vytrvalost) má v každém sportovním odvětví výrazně specifický charakter podle povahy sportovního výkonu. Ze stejných důvodů pozorujeme různé významové pořadí pohybových schopností, různou hierarchii jejich důležitosti v jednotlivých sportovních výkonech (Dovalil a kol., 2002)

## 2.2.1 Silové schopnosti

Síla člověka je Měkotou a Novosadem definována jako schopnost překonávat odpor vnějšího prostředí prostřednictvím svalového úsilí (Měkota a Novosad, 2004). Setkáváme se ale také s jinými definicemi silových schopností. Například Čelikovský (1990) definuje silové schopnosti jako „komplex integrovaných vnitřních vlastností umožňující překonat odpor vnějších a vnitřních sil podle zadaného pohybového úkolu“. Pavlík (1999) potom charakterizuje silovou schopnost jako „schopnost svalovým úsilím překonávat vysoký vnější odpor břemene nebo hmotnost vlastního těla, a to statickým nebo dynamickým režimem svalové činnosti“. Síla, jakožto lidská schopnost, bývá tradičně klasifikována a dělena na základě různých kritérií.

Komplex silových schopností je tvořen různými druhy síly, které vzájemně vytvářejí určitou strukturu. Pro vznik jednotlivých druhů síly je rozhodující svalová kontrakce. Tato svalová kontrakce pracuje v několika režimech svalové činnosti (Havel a Hnízdil, 2009):

- a) Izometrický (statický, udržující) znamená, že délka svalu se nezkracuje (nebo jen minimálně), ale vnitřní svalové napětí vzrůstá (výdrž ve shybu).
- b) Izokinetický - koncentrický (pozitivně dynamický, překonávající) se projevuje zkracováním svalu a změnou svalového napětí (např. shyb na hrazdě).
- c) Izokinetický - excentrický (negativně dynamický, ustupující) se projevuje protahováním svalu a změnou svalového napětí (např. ze shybu pomalu svís).

Z pohledu typu svalové kontrakce potom rozlišujeme strukturu silových schopností poněkud odlišnou od struktury, která je stanovena na základě prizmatu vnějšího projevu. Z hlediska svalové kontrakce tedy rozlišujeme silové schopnosti statické a silové schopnosti dynamické. Zatímco statické silové schopnosti dělíme dále pouze na formy jednorázové a vytrvalostní, dynamické silové schopnosti dělíme na explozivně silové, rychlostně silové a vytrvalostně silové (Čelikovský, 1990).

Statická silová schopnost je tedy schopnost vyvinout sílu v izometrické kontrakci (Čelikovský, 1990) a dynamická silová schopnost je schopnost projevující se pohybem hybného systému nebo jeho částí, podstatou je izokinetická kontrakce (Choutka, 1991). Rychlostně silová schopnost je schopnost překonávat odpor s vysokou rychlostí nebo frekvencí pohybu. Příkladem může být například běžecký sprint. Explozivně silovou schopností rozumíme schopnost udělit tělu či jeho částem nebo různým předmětům zrychlení

podle zadaného pohybového úkolu. Příkladem může být vrh koulí či maximální možný výskok. Vytrvalostně silová schopnost je schopnost udržet intenzitu motorické činnosti při silové činnosti, jejímž dobrým příkladem může být kanoistika nebo veslování. (Čelikovský, 1990; Havel a Hnízdil, 2009).

Podle vnějšího projevu u specifických pohybových činností člení Havel a Hnízdil, 2009 silové schopností na:

- a) Maximální sílu - je největší síla, kterou je schopen vyvinout nervosvalový systém při maximální volní kontrakci.
- b) Rychlou sílu – je schopnost nervosvalového systému dosáhnout co největšího silového impulsu v časovém intervalu, ve kterém se musí pohyb realizovat. Rychlou sílu hodnotíme ze dvou hledisek. Jedním je provedení pohybu maximální rychlostí v nejkratším čase, druhým je udělení co nejvyšší rychlosti v konečné fázi pohybu (běh na 50m).
- c) Startovní sílu - je velikost síly, která byla dosažena do 50s od zahájení kontrakce, tedy schopnost dosáhnout vysoké úrovně síly již na začátku kontrakce v co nejkratším čase (sprinterský start).
- d) Explozivní sílu - schopnost dosáhnout maximálního zrychlení v závěrečné fázi pohybu (skok z místa). Reaktivní sílu - umožňuje svalový výkon, při kterém se uplatňuje cyklus protažení a následného zkrácení svalu, který vyvolá zvýšení silového impulsu. Jeho velikost je závislá na úrovni maximální síly, rychlosti svalového stahu a elasticitě svalu (seskok z náradí).
- e) Vytrvalostní sílu - schopnost uplatňovat svalovou sílu opakovaně po delší dobu bez výrazného snížení její úrovně (veslování na 500m).

Zatímco maximální síla je určena maximální velikostí brzdícího nebo překonávaného odporu nebo také nejvyšší možnou tenzí svalové kontrakce, síla rychlá a výbušná je určena nejen velikostí síly, ale také časovým úsekem, ve kterém daný sportovec dokáže sílu vyvinout. Úroveň rychlé a výbušné síly je poměrně značným způsobem spojena s velikostí síly maximální. Vytrvalostní síla je naproti tomu se silou maximální spojena jen částečně, o to více je ovšem spojena se schopnostmi aerobně i anaerobně vytrvalostními (Moravec, 2004).

### 2.2.1.1 Biologické determinanty silových schopností

Velikost svalové kontrakce je dána především příčným průměrem svalu, který je částečně dán dědičně (hyperplazie svalových vláken – zvětšení počtu), ale z větší části jej lze ovlivnit (hypertrofií svalových vláken – zvětšení průřezu vláken). To je důvodem, proč se silová schopnost obecně považuje za nejlépe ovlivnitelnou (Havel a Hnízdil, 2009).

Svalová vlákna mají řadu společných znaků (především anatomických), které dovolují jejich jednotný obecný popis, ale sval je ve skutečnosti heterogenní populací vláken lišících se řadou mikroskopických, histochemických a fyziologických vlastností. Podle uvedených kritérií rozlišujeme tři typy svalových vláken:

- a) Typ I – SO** (slow oxidative) pomalá oxidační „červená“ vlákna s vysokým obsahem myoglobinu, velkou oxidační kapacitou a pomalou unavitelností se uplatňují především při vytrvalostních zátěžích nižší intenzity.
- b) Typ II A – FOG** (fast oxidative glycolytic) rychlá oxidační glykolytická se střední oxidační kapacitou, vysokou glykolytickou kapacitou, rychlou kontrakcí a středně rychlou unavitelností se uplatňují při zátěžích střední až submaximální intenzity, které provází aerobní i anaerobní způsob úhrady energie.
- c) Typ II B – FG** (fast glycolytic) rychlá glykolytická vlákna s nízkou oxidační kapacitou, nejvyšší kapacitou glykolytickou, rychle se kontrahující, ale rychle unavitelná jsou zapojena při silových a rychlostních výkonech maximální intenzity s převahou anaerobního energetického metabolismu (Placheta, 1999).

U člověka je u různých jedinců homologický (shodný) sval z hlediska procentuálního zastoupení jednotlivých typů vláken, a tím i funkčních vlastností, velmi rozdílný. Tyto rozdíly jsou víceméně podmíněny geneticky. Uvádí se, že poměr zastoupení rychlých a pomalých vláken je geneticky podmíněn více než z 90 % (<http://is.muni.cz/elportal.cz/>). Genetická předurčenost zastoupení svalových vláken v kosterních svalech do jisté míry předurčuje i výkonnostní parametry každé osoby, která se rozhoduje nebo je vybírána pro specifickou sportovní disciplínu (<http://biomech.ftvs.cuni.cz/>).

Zatímco pomalá svalová vlákna podmiňují motorickou činnost o nízké intenzitě v podmínkách převážně aerobních procesů, rychlá vlákna podmiňují činnost maximální intenzity v trvání 10-20 sekund, přičemž energetické krytí je důsledkem téměř úplného anaerobního rozpadu glukózy. Rychlá vlákna, působí za převahy energetického krytí oxidací

glukózy při motorické činnosti submaximální intenzity v trvání od 20 sekund do 3 minut. Udává se, že sprinteři disponují 26% vláken typu SO a naopak elitní vytrvalci až 88% tohoto typu vláken (Havličková et al., 1991).

Při svalové práci se aktivují jednotlivé typy svalových vláken podle intenzity svalové kontrakce. Při nízkých intenzitách jsou aktivována téměř výlučně pomalá vlákna. Se vzrůstající intenzitou kontrakce se postupně aktivují i rychlá oxidativní vlákna a nakonec i vlákna rychlá glykolytická (<http://is.muni.cz/elportal.cz/>).

### **2.2.2 Rychlostní schopnosti**

Zatímco Čelíkovský a kol. (1990) definuje rychlostní schopnost jako schopnost provést motorickou činnost nebo realizovat určitý pohybový úkol v co možná nejkratším čase, Martin et al. (1992) definuje rychlost jako schopnost reagovat co nejrychleji nebo provést při působení minimálního odporu pohyb co nejrychleji. Vymezení pojmu rychlosti jako pohybové schopnosti tedy není vždy jednotné, nejčastěji se rychlost spojuje s pohybovými činnostmi krátkodobého trvání, které sportovec provádí individuální nejvyšší rychlostí, tj. v nejkratším čase (Dovalil a kol., 2002). Jedná se o pohyby nebo o pohybové činnosti bez vnějšího odporu nebo jen s malým odporem, které konáme s maximálním úsilím. Charakteristickým znakem je vysoká intenzita, a proto jsou energeticky podmíněny funkcí ATP - CP systému. Rychlé pohybové činnosti s větším odporem se již považují za projev výbušné síly. Rychlost je pohybová schopnost konat krátkodobou pohybovou činností do 20 s v daných podmínkách (konstantní dráha nebo čas, bez odporu nebo s malým odporem) co nejrychleji. Jde o činnost maximální intenzity vyžadující vysokou koncentraci volního úsilí (Dovalil a kol., 2002).

Činnost je prováděna maximálním volním úsilím a nemůže bez přerušení trvat dlouho, maximálně do 10 – 20 sekund. Jedná se o pohyby vykonávané v podstatě bez odporu nebo jen s malým odporem (gravitace nebo odpor prostředí). Rychlostní schopnosti jsou z velké míry geneticky podmíněné. Udává se, že podíl dědičnosti činí až 70 - 80 %. (Dovalil a kol., 2012).

Rychlostní schopnosti jsou významným činitelem v různých druzích sportovních činnostech. Jedná se o motorické výkony, které charakterizuje z fyzikálního pohledu vysoká až maximální rychlost pohybu. V tomto smyslu se někdy mluví i o tzv. rychlostních disciplínách. Typickým příkladem je atletický sprint. Rychlostní schopnosti jsou považovány za jedny ze základních pohybových schopností člověka. Odlišujeme fyzikální pojetí rychlosti (rychlost = dráha/čas)



od chápání rychlostních schopností jako dispozic člověka. Velký počet činností a jejich různost z hlediska pohybového i z hlediska odpovídajících funkčních předpokladů odmítá pojetí jedné rychlostní schopnosti, která by byla univerzální a společná všem typům rychlostních projevů. U rychlostních schopností tedy hovoříme o strukturální schopnosti. Jde o komplex relativně nezávislých nebo jen málo mezi sebou korelujících dílčích schopností, které se projevují jako specifické. Odpovídají určitým typům činnosti a podmínkám, ve kterých se realizují. Nezávislost se projevuje tím, že vysoká úroveň jedné dílčí schopnosti ještě neznamená nutně vysokou úroveň druhé a rozvoj jedné ještě automaticky nepřináší rozvoj druhé (Havel a Hnízdil, 2009). Pojmové se pro tuto oblast tradičně užívá zevšeobecnujícího pojmu „rychlost“, ovšem empirické zkušenosti i výsledky řady studií naznačují, že je vhodné uplatňovat strukturální přístup. Dovalil a kol. (2008) rozlišují rychlost frekvence, rychlost acyklickou a složitou rychlost pohybovou (komplexní, kombinovanou). Rychlost frekvence se nejčastěji projevuje v cyklických pohybech a je určována procesy ve svalové a nervové tkáni a přesností nervosvalové koordinace. Acyklická rychlost souvisí ve sportu často s překonáváním většího či menšího vnějšího odporu a úzce se dotýká rozvoje rychlé a výbušné síly.

Komplexní rychlostní schopnost umožňuje provedení kombinace acyklických a cyklických pohybů s maximální rychlostí. Na komplexní rychlostní schopnost mají velký vliv silové, vytrvalostní a koordinační schopnosti. Dostává-li např. činnost do jisté míry silový charakter, rychlostní schopnosti se specifikují a označujeme je jako silově rychlostní schopnosti. Prodloužíme-li dobu trvání činnosti při požadavku na udržení maximální rychlost pohybu, lze hovořit o vytrvalostně rychlostní schopnosti, někdy také rychlostní vytrvalosti nebo vytrvalosti v rychlosti. Pokud při pohybu dochází k požadavku na ovlivnění rychlostních schopností koordinačními schopnostmi, pak je nazýváme koordinačně rychlostní schopnosti (Havel a Hnízdil, 2009). Komplexní rychlost se v mnoha sportech spojuje s technickou a taktickou stránkou pohybové činnosti. Výrazně se do ní promítá také úroveň taktických vědomostí, anticipace apod. (Dovalil a kol., 2008).

Kromě rychlosti cyklické, acyklické a komplexní je vhodné také zmínit rychlost reakční. Ta je spojována se zahájením pohybu. Ve vodním slalomu se uplatňují všechny zmíněné rychlostní schopnosti. Zatímco při přímém záběru se v závodu uplatňuje při vysoké frekvenci rychlost cyklická, v točení a při rozjezdech lodi to je rychlost acyklická. Závodník musí dokázat rychle reagovat na měnící se podmínky vnějšího prostředí. To vše vytváří celek komplexní rychlosti nutné pro závodní činnost.

### 2.2.2.1 Biologické determinanty rychlostních schopností

V úvahách o rychlostních schopnostech se objevují pochyby, zda je vůbec lze rozvíjet. Je zřejmé, že rychlost je do značné míry podmíněna geneticky a byl u nich zjištěn nejvyšší stupeň dědičnosti ze všech pohybových schopností. (Kovář, 1982). Rychlostní schopnosti jsou tedy geneticky nejvíce podmíněny. Udává se, že podíl dědičnosti činí až 70 - 80 %. (Dovalil et al., 2002).

Realizace různých forem rychlosti je dle Zháněla (1999) závislá na následujících činitelích: nadání a vývojově i učením podmíněni činitelé (např. pohlaví, věk, somatotyp, talent, anticipace atd.), senzoricko-kognitivní a psychičtí činitelé (např. koncentrace, příjem a zpracování informací, řízení a regulace, motivace atd.), neuronální činitelé (vznik a frekvence motorických jednotek, změny podráždění a útlumu v CNS, atd.) muskulární činitelé (rozdělení typů svalových vláken, průřezová plocha svalových vláken, rychlost svalových kontrakcí atd.).

Muskulární činitelé rychlosti jsou velmi podobné muskulurním činitelům silových schopností. Morfologicky jsou rychlostní schopnosti podmíněny velkým podílem rychlých glykolytických svalových vláken a v případě rychlostní vytrvalosti velkým podílem rychlých oxidativně glykolitických vláken. Bylo dokázáno (Havlíčková, 1999), že vyšší procento rychlých vláken u sprinterů souvisí s jejich vyšší rychlostí, explozivností a silou. Pro každou formu svalové práce je nutná energie. Energie je v organismu získávána štěpením univerzálního energetického zdroje Adenosintrifosfátu - ATP. V rámci jedné svalové buňky je k dispozici jen velmi malé množství ATP. Prakticky bychom mohli provést tři až čtyři maximální kontrakce trvající 2 – 3 s. Proto jsou k dispozici v rámci svalových buněk mechanismy, které umožní opětovné doplnění ATP (Havlíčková, 1999). Tyto mechanismy nazýváme energetickými systémy. Jsou tři, ovšem pro účely naší práce postačí, když se podrobněji zmíníme o systému prvním, a sice anaerobně alaktátovém (ATP-CP) systému. ATP – CP systém představuje anaerobní způsob získávání energie z přítomných energeticky bohatých fosfátů, které jsou uloženy v každé živé buňce. Při štěpení ATP se současně aktivují reakce zajišťující resyntézu ATP ze svalových rezerv kreatinfosfátu (CP). Aktivace nastává velmi rychle, rezerva zdrojů vystačí na 10 – 15 sekund práce maximální možnou intenzitou. Potenciál systému podmiňují vrozené předpoklady (zastoupení rychlých vláken ve svaích) a rovněž trénink (Dovalil a kol., 2008). Adaptace na rozvoj rychlostních pohybových schopností spočívá především ve zvýšení obsahu ATP a CP ve svalové tkáni. Současně byla

pozorována zvýšená aktivita některých enzymů regulujících tvorbu ATP (Jančík, J., et al., 2006).

### **2.3 Vztahová souvislost a význam síly a rychlosti ve vodním slalomu**

Ve vodním slalomu uvažujeme o síle a rychlosti do značné míry jako o spojitých nádobách. Hovoříme potom o tzv. silově – rychlostních schopnostech (Bílý, 2012). Závodník totiž musí při pádlování překonávat poměrně značný odpor, který je dán pohybem ve vodním prostředí. Silové předpoklady jsou nezbytné pro zvládnutí pohybových dovedností. Jejich rozvoj je nutný k růstu a udržování výkonnosti. Ve struktuře výkonu vodního slalomáře jsou silové schopnosti zastoupeny přibližně z 20%. Vzhledem k odlišným silovým požadavkům na záběr jsou tyto hodnoty různé pro každou kategorii. Podle tenzometrického vyšetření síly na pádle jsou hodnoty nejvyšší u deblkanoistů (Bílý, 2002). Proto i tréninkové prostředky a metody zařazované do tréninkových plánů jsou odlišné pro kajakáře a kanoisty. Ukazuje se, že pro dosahování vrcholných výkonů ve slalomu je nezbytná schopnost rychlé a výbušné síly. U výbušných typů kanoistů dochází ke zvýhodnění na počátku sportovního výkonu (startu závodu), dále u nich dochází ke zkracování přechodné fáze záběru, což se projevuje zejména u kajakářů při řešení brankových situací. Podstata slalomu spočívá v neustálých explozích výbušné síly, v rozjezdech a zastavování, v opětovém zrychlení lodi, což jsou všechno úkony anaerobní (Bílý, 2012). Svaly horní poloviny těla, speciálně svaly paží a hrudníku, mají větší počet bílých vláken (akčních), která jsou citlivá na anaerobní trénink. V současné době je jízda ve vodním slalomu spíše anaerobní disciplínou (Endicott, 1980). Specifická síla je dále nezbytnou podmínkou pro rozvoj rychlostních schopností, jejichž rozvoj je při současném trendu zkracování tratí stále důležitější. Podle strukturálního přístupu se jedná nejvíce o rychlost komplexní, která je dána kombinací cyklických a acyklických pohybů, včetně reakce. Dosažení určité úrovně silových schopností je podmínkou pro rozvoj technické složky výkonu (Bílý, 2002).

Důležitá je ovšem i síla vytrvalostní, neboť výkon ve vodním slalomu trvá dnes přibližně v rozmezí 80 – 110 sekund, a také maximální (Zatsiorsky a Kraemer, 2014). Tito autoři také uvádějí, že právě pro rychlou a výbušnou sílu je do značné míry určující síla maximální.

### **2.4 Diagnostika síly a rychlosti ve vodním slalomu**

Ve vodním slalomu je praxe taková, že rychlost je testována téměř výhradně prostřednictvím specifických testů na vodě. Obvykle se používají sprinty na různé vzdálenosti s letným nebo

pevným startem. Například juniorští reprezentanti ve vodním slalomu bývají testováni prostřednictvím sprintů na 40 a 80 metrů. Většina trenérů ale také testuje své sportovce na vzdálenost 20 metrů, která při použití pevného startu vypovídá pravděpodobně více o schopnosti akcelerace a startovní výbušnosti. Protože ve vodním slalomu uvažujeme o komplexu silově – rychlostních schopností (Bílý, 2012), nspecifická rychlost v praxi testována nebývá. Výzkumný soubor v rámci této práce bude na základě konzultace s trenéry vrcholových sportovců testován prostřednictvím sprintu na vzdálenost 40 metrů. Tento test pravděpodobně vypovídá nejvíc o celkové úrovni specifických rychlostních schopností závodníka.

Protože výkon ve vodním slalomu je realizován prostřednictvím horních končetin a trupu, zatímco dolní končetiny se podílejí jen na stabilizaci trupu a řízení lodí, budeme se zde zabývat diagnostickými metodami zaměřených právě jen na horní končetiny a trup. Bílý (2012) hovoří o významu silových schopností ve vodním slalomu, především o schopnosti rychlé a výbušné síly.

Vodní slalom je tedy stejně jako mnoho dalších pohybových činností pracovních či sportovních podmíněn silovými schopnostmi. Protože exaktní měření jejich projevů v laboratoři je nesnadné, při diagnostice se nejvíce používají terénní testy. Jejich velkou předností je široké praktické upotřebení. Nejjednodušší testy se provádějí bez jakéhokoliv náradí nebo náčiní, jinak se využívá standardní náradí tělocvičny nebo posilovny (Měkota a Blahuš, 1984). Testování silových schopností je poměrně tradiční v rychlostní kanoistice. Zde je zjišťován vztah síly s výkonností prokázanou při sprintu na různé závodní vzdálenosti (García – Lopéz et al., 2008; Akca a Muniruglu, 2008; McKean a Burkett, 2013). Uvedené práce se ovšem zaměřují především na testování maximální a vytrvalostní síly. Sílou rychlou a výbušnou se nezabývají.

V souladu s běžnou tréninkovou praxí i výše uvedenými studiemi se přikláníme k testování síly sportovců prostřednictvím tří cviků:

- Tlak nadhmatem v lehu (bench – press). Leh na zádech na lavici, chodidla opřená o zem, činka na prsou rovně. Testovaná osoba zvedne tlakem činku do polohy před prsa a opět ji spouští do polohy základní (Měkota a Blahuš, 1984).
- Tah v lehu na břicho na lavici (přítah). Leh na lavici na břicho, činka před prsy rovně. Testovaná osoba přitahuje činku na prsa rovně (až se dotkne lavice) a opět ji spouští do polohy základní (Měkota a Blahuš, 1984).

- Shyb nadhmatem. Testovaná osoba visí na hrazdě a přitahuje se k ní.

V běžné tréninkové praxi je ovšem testována pouze síla maximální nebo síla vytrvalostní. Testování síly rychlé a výbušné je pro svou náročnost prováděno jen ojediněle a v praxi téměř vůbec. Například juniorská reprezentace ve vodním slalomu je testována prostřednictvím maximálního počtu opakování shybů a maximálního počtu opakování při cviku bench – press za 1 minutu se třetinou vlastní hmotnosti a počet opakování u cviku sed – leh za 1 minutu. Juniorské reprezentační družstvo v rychlostní kanoistice má testy o poznání náročnější. V testování síly trupu a horních končetin používají :

- Tlak nadhmatem v lehu (bench – press). Testování maximální síly. Počítá se váha, kterou testovaná osoba zvedne stanoveným způsobem právě jen jednou.
- Tah v lehu na břicho na lavici (přítah). Testování maximální síly. Počítá se váha, kterou testovaná osoba zvedne stanoveným způsobem právě jen jednou.
- Shyby – maximální počet opakování stanoveným způsobem.
- Maximální počet opakování při cvicích bench – press s polovinou vlastní hmotnosti za 2 minuty.
- Maximální počet opakování při cvicích přítah s polovinou vlastní hmotnosti za 2 minuty.

O schopnosti rychlé a výbušné síly a celkově o silově – rychlostních schopnostech sportovce vypovídá Wingate test (Heller a Vodička, 2011). Dále lze k diagnostice této části schopností využít jednoduchých motorických zkoušek. Nejčastěji se uplatňují hody (jednoruč nebo obouruč) na vzdálenost. Hmotnost náčiní musí být přiměřená, technika provedení co nejjednodušší (běh rozběhu, někdy ze sedu atd.). Kvantifikace je jednoduchá, zakládá se na zjištění délek hodů, popřípadě vrhů, výsledky testování se vyjadřují v metrech nebo centimetrech (Měkota a Blahuš, 1984). Využit lze také akcelerometrických přístrojů jako je například Myotest®. Díky tomuto přístroji můžeme zjistit úroveň výbušné síly u cviků, které jsou zcela běžnou součástí našeho tréninku. Myotest® je bezdrátový praktický akcelerometr, který u vybraných cviků podává informaci o výkonu, síle a rychlosti. Pro jeho využitelnost jsme se rozhodli v rámci této práce testovat právě prostřednictvím něho.

### 2.4.1 Myotest® Pro 2

Myotest® Pro 2 (dále jen Myotest) je bezdrátové ruční zařízení s hmotností jen pár desítek gramů. Poskytuje kvantitativní informace o svalovém výkonu sportovce. Přístroj využívá trojrozměrné akcelerometrie - určuje výkon, sílu a podává informaci také o rychlosti pohybu. Dokáže měřit pohyb těla ve třech rozměrech (dopředu a dozadu, nahoru a dolů, ze strany na stranu). Rychlost (a změnu rychlosti) pohybu lze použít pro výpočet takových pohybových aspektů jako je doba letu, počet a rychlost opakování a síly ([www.myotest.com](http://www.myotest.com)).

Na místě je uvést některá technická data o přístroji Myotest® Pro 2. Podle českého manuálu výrobce ([www.videoanalyza.cz](http://www.videoanalyza.cz)) je přístroj založen na práci 3 osých akcelerometrů s frekvencí snímání 200 – 500 Hz (v závislosti na testu) a výdrží baterie až 8 hodin. Jeho rozměry jsou 54,2 x 102,5 x 10,7 mm a váží pouhých 58 gramů. K verzi Pro 2 je standardně dodáván také Myotest Pro Software, který umožňuje stažení dat a výsledků do počítače. S přístrojem je možné pracovat ve vnitřním i venkovním prostředí při teplotě 0 – 45 stupňů Celsia a nekondenzující relativní vlhkosti 40 – 85%.



Obr. č. 1: Akcelerometr Myotest ([www.sporexel.com](http://www.sporexel.com)).

Comstock et al. (2011) prokázali vysokou souběžnou validitu výsledků získaných při cviku bench – press měřeným přístrojem Myotest v porovnání se zlatým standardem počítačového lineárního snímače (Ballistic Measurement System [BMS] Innervations Inc, Fitness Technology force plate, Skye, South Australia, Australia). Autoři nicméně upozorňují na

význam pevného upevnění přístroje na tyč a zabránění jejímu pootáčení. Nedbalé upevnění a pootáčení osy může podle autorů ovlivnit výsledky měření. Práce Bampourase et al. (2010) také prokázali, že Myotest je platný a spolehlivý nástroj pro měření a hodnocení síly.

Přístroj Myotest je využíván především v atletice. Zde díky vysoké přístrojové standardizaci umožňuje okamžitou zpětnou vazbu sportovci o jeho akceleraci, síle, rychlosti a pracovním výkonu. Bohužel pro cviky využívané ve vodním slalomu či v rychlostní kanoistice nejsou přístrojově předdefinované. Pro takové cviky či lépe řečeno pohyby má přístroj funkci „Open Measurment“, která umožňuje měřit ukazatele rychlé a výbušné síly i u přitahu či shyby, složitější je ovšem následná datová analýza.

### **3. Cíle práce, výzkumné otázky a hypotézy**

#### **Cíle práce**

Zjistit vztah mezi explozivní silou horních končetin a trupu prokázanou u vybraných cviků v posilovně s výkonem při sprintu na vzdálenost 40 metrů na klidné vodě.

#### **Výzkumné otázky**

1. Jaký je vztah mezi explozivní silou horních končetin a trupu prokázanou u cviku bench – press s výkonem při sprintu na klidné vodě vzdálenosti 40 metrů?
2. Jaký je vztah mezi explozivní silou horních končetin a trupu prokázanou u cviku přítah v lehu na lavici s výkonem při sprintu na klidné vodě vzdálenosti 40 metrů?
3. Jaký je vztah mezi explozivní silou horních končetin a trupu prokázanou u cviku shyb na hrazdě s výkonem při sprintu na klidné vodě vzdálenosti 40 metrů?

#### **Hypotézy**

H1 Mezi explozivní silou horních končetin a trupu prokázanou u cviku bench – press existuje vysoký korelační vztah ( $r > 0,7$ ) a výkonem při sprintu na klidné vodě ve vzdálenosti 40 metrů.

H2 Mezi explozivní silou horních končetin a trupu prokázanou u cviku přítah v lehu na lavici existuje vysoký korelační vztah ( $r > 0,7$ ) a výkonem při sprintu na klidné vodě ve vzdálenosti 40 metrů.

H3 Mezi explozivní silou horních končetin a trupu prokázanou u cviku shyb na hrazdě existuje vysoký korelační vztah ( $r > 0,7$ ) a výkonem při sprintu na klidné vodě ve vzdálenosti 40 metrů.



## 4. Metodika práce

Předkládaná práce je empirickou studií korelačně – deskriptivního typu při kvantitativní výzkumné strategii. Výzkum byl schválen Etickou komisí UK FTVS a je společně s Informovaným souhlasem uveden v Příloze 1 a Příloze 2 na konci práce.

### 4.1 Popis výzkumného souboru

Výzkumným souborem práce bylo 7 výkonnostních kajakářů (18 – 24 let). Všichni kajakáři jsou účastníky nejvyšší formy českého soutěžního systému ve vodním slalomu – seriálu Českého poháru. Jeden ze závodníků reprezentoval dlouhodobě Českou republiku v mezinárodních soutěžích do 23 let.

### 4.2 Sběr dat

Na konci přípravného období I. byl výzkumný soubor 7 závodníků testován nejprve v posilovně prostřednictvím tří cviků (bench – press, přítah v lehu na lavici a shyb na hrazdě) a akcelerometrickým přístrojem Myotest se záměrem zjistit úroveň výbušné síly. Den poté byl stejný výzkumný soubor testován při sprintu na vzdálenost 40m na klidné vodě.

#### 4.2.1 Testování v posilovně

K testování výbušné síly jsme zvolili tyto cviky:

- Tlak nadhmatem v lehu (bench – press). Leh na zádech na lavici, chodidla opřená o zem, činka na prsou rovně. Testovaná osoba zvedne tlakem činku do polohy před prsa a opět ji spouští do polohy základní (Měkota a Blahuš, 1984).
- Tah v lehu na břicho na lavici (přítah). Leh na lavici na břicho, činka před prsy rovně. Testovaná osoba přitahuje činku na prsa rovně (až se dotkne lavice) a opět ji spouští do polohy základní (Měkota a Blahuš, 1984).
- Shyb nadhmatem. Testovaná osoba visí na hrazdě a přitahuje se k ní předem stanoveným způsobem bez dopomáhajících souhybů dolních končetin (Měkota a Blahuš, 1984).

U cviků bench – press a přítah jsme nejprve zjišťovali úroveň maximální síly. Tato síla je demonstrována hmotností, kterou proband zvedne právě maximálně pouze jednou. K testování maximální síly sportovců jsme přistupovali po důkladném individuálním rozcvičení. Nejprve jsme testovali maximální sílu u cviku bench – press a poté přítah.

Z uzvednutého maxima jsme následně spočítali 30% zátěž (velikost) odporu pro testování výbušné síly. K jejímu změření jsme využili funkci „Free Measurment“, kterou Myotest® Pro 2 nabízí pro méně standardizované motorické zkoušky.

Funkce „Free Measurment“ nám dává informace hned o několika parametrech výbušné síly, jsou jimi ([www.myotest.com](http://www.myotest.com)):

- Síla (Force) - mechanická akce, nutná pro rozpohybování hmoty, měřená v Newtonech. Ve sportu je rozhodujícím faktorem jakéhokoliv svalového pohybu, ať už zpomalování či zrychlování.
- Rychlost (Velocity) - poměr vzdálenosti k času je zde měřen v centimetrech za sekundu (cm/s). Rychlost akce svalového řetězce je při sportovním výkonu velmi důležitá.
- Akcelerace (Acceleration) - charakteristika pohybu, která popisuje, jakým způsobem se mění rychlost tělesa (hmotného bodu) v čase. Zrychlení označuje časovou změnu rychlosti mechanického pohybu.

Samotné testování výbušné síly probíhalo následovně: u cviků bench – press a přitah bylo úkolem sportovce provést během 15 sekund maximální možný počet opakování s velikostí odporu stanovenou jako 30% uzvednutého maxima. U cviku shyby na hrazdě bylo úkolem sportovce udělat 5 výbušných opakování s časovým limitem 15 sekund.

Předtím než byli sportovci testováni, bylo nutné jejich řádné zaučení. Podle manuálu výrobce ([www.videoanalyza.cz](http://www.videoanalyza.cz)) je pro přesnost měření vhodné, aby si sportovci pohyby správně vyzkoušeli nejprve bez přístroje, poté s přístrojem nanečisto a nakonec teprve přistoupil k samotnému měření výkonu. Postupovali jsme podle manuálu a po rozcvičení a adekvátním vysvětlení a zkouškách jsme testovali nejprve výbušnou sílu u cviku bench – press, poté u cviku přitah v lehu na lavici a nakonec při shybech. Testování 7 probandů trvalo necelé 3 hodiny, neboť bylo nutné dodržovat řádné rozestupy mezi testováními. My jsme zvolili časový rozestup 30 minut mezi cviky.

Protože Comstock et al. (2011) upozorňují na základě výsledků svého výzkumu na význam správného a pevného uchycení přístroje, věnovali jsme tomu mimořádnou pozornost. U cviku bench – press a přitah byl přístroj přípevněn doprostřed činky tak, aby se nehýbal a zároveň cvičícímu sportovci nijak nezavazal v pohybu. U cviku shyby byl přístroj ke sportovci pevně přípevněn pomocí pásku kolem pasu. Pásek je součástí výrobku Myotest® Pro 2.

## 4.2.2 Testování na vodě

U sprintu na vodě jsme zvolili vzdálenost 40m po konzultaci se zkušenými trenéry, dlouhodobému využívání v rámci testování juniorské reprezentace a také v souladu s dřívějším výzkumem provedeným Bílým, Jančarem a Sússem (2011). Každý z probandů absolvoval sprint dvakrát. Ze dvou výsledných časů jsme potom u každého probanda zvolili čas rychlejší, který jsme později dávali do vztahu s úrovní výbušné síly. Čas byl měřen prostřednictvím stopek. Každý proband byl měřen hned třemi časoměřiči (zkušenými trenéry). K měření času jsme použili stopek Digi Sport Instrument DT2000, které zaznamenávají čas na setiny sekundy.



Obr. č. 2: Stopky Digi Sport DT2000.

Ze tří naměřených časů u každého sprintu jsme odstranili nejodlehlejší časovou hodnotu a zbylé dvě následně zprůměrovaly. Ze dvou výsledných časů jsme potom u každého probanda zvolili čas rychlejší, který jsme později dávali do vztahu s úrovní výbušné síly.

## 4.3 Analýza dat

Porovnáním naměřených výsledků se pokusíme stanovit, zda existuje vztah mezi úrovní explozivní síly s rychlostí závodníka při 40m sprintu. Při analýze naměřených dat jsme využili vhodné popisné a explorativní statistiky.

### 4.3.1 Korelační analýza

Proměnné jsou korelované (resp. asociované), jestliže určité hodnoty jedné proměnné mají tendenci se vyskytovat společně s určitými hodnotami druhé proměnné. Míra této tendence může sahát od neexistence korelace (všechny hodnoty proměnné Y se vyskytují stejně

pravděpodobně s každou hodnotou proměnné  $X$ ) až po absolutní korelaci (s danou hodnotou proměnné  $X$  se vyskytuje právě jedna hodnota proměnné  $Y$ ). Obecně pak platí, je-li hodnota koeficientu menší než  $|0,3|$ , je závislost proměnných malá. Je-li hodnota vyšší než  $|0,7|$ , závislost proměnných je velká. Pokud se hodnota koeficientu nalézá v rozmezí hodnot od  $0,3$  do  $0,7$  nebo od  $-0,3$  do  $-0,7$ , jedná se o středně silnou závislost proměnných (Hendl, 2012).

#### **4.3.1.1 Pearsonův korelační koeficient**

Pearsonův korelační koeficient  $r$  zůstává nejdůležitější mírou síly vztahu dvou náhodných spojitých proměnných  $X$  a  $Y$ . Počítáme jej z  $n$  párových hodnot změřených na  $n$  jednotkách. Důležité vlastnosti Pearsonova korelačního koeficientu a podmínky jeho použití lze shrnout pomocí několika tvrzení. Tento koeficient ovšem není vhodné použít v případě nelineárních vztahů, protože je špatně měří. (Hendl, 2012). Čím větší je výzkumný soubor, tím přesnějších výsledků můžeme dosáhnout.

#### **4.3.2 Průměr a směrodatná odchylka**

Průměr je definován jako součet všech naměřených údajů vydělený jejich počtem. Aritmetický průměr je zřejmě nejčastěji používaný statistický pojem, a může být často chybně využit nebo poskytovat iluzorní údaje o skutečnosti. Výsledná hodnota průměru totiž může být velmi silně ovlivněna odlehlými hodnotami. S průměrem bývá zobrazována směrodatná odchylka, u mediánu hovoříme o mediánové absolutní odchylce (Hendl, 2012).

## 5. Výsledky

Výzkumný soubor byl nejprve změřen a zvážen. Výsledky jsou uvedeny v tabulce číslo 1.

Výsledné hodnoty maximální síly u cviku bench – press a přítah			
Proband	Váha	Výška	Věk
1	78,9	184,3	19,4
2	82,1	191,0	19,1
3	65,0	176,5	18,0
4	67,3	172,0	18,9
5	85,0	178,1	20,1
6	69,5	178,2	24,3
7	70,1	181,4	22,3
Průměr	73,98 ( $\pm 7,28$ )	180,21 ( $\pm 5,65$ )	20,03 ( $\pm 2,54$ )

Tabulka č. 1: Výsledky měření a vážení probandů na začátku výzkumných měření.

### 5.1 Výsledky testování maximální síly

Výzkumnému souboru 7 výkonnostních a vrcholových kajakářů byla po změření a zvážení otestována maximální síla u cviků bench – press a přítah v lehu na lavici (přítah). Výsledky jsou uvedeny v tabulce č. 2.

Výsledné hodnoty maximální síly u cviku bench – press a přítah					
Proband	Váha	Výška	Věk	Maximum bench	Maximum přítah
1	78,9	184,3	19,4	90	90
2	82,1	191,0	19,1	90	90
3	65,0	176,5	18,0	80	70
4	67,3	172,0	18,9	75	70
5	85,0	178,1	20,1	96	90
6	69,5	178,2	24,3	85	75
7	70,1	181,4	22,3	75	75
Průměr	73,98 ( $\pm 7,28$ )	180,21 ( $\pm 5,65$ )	20,03 ( $\pm 2,54$ )	84,4 ( $\pm 7,49$ )	80 ( $\pm 8,86$ )

*Tabulka č. 2: Výsledky maximální síly prokázané u cviků bench – press a přítah v lehu na lavici.*

Komentář: Průměrná maximální síla souboru u cviku bench – press byla 84,4 ( $\pm 7,49$ ), u cviku přítah potom 80 ( $\pm 8,86$ ). Nejsilnější proband č. 5 dosáhl výkonů 96 a 90 kg, nejslabší proband č. 4 potom 75 a 70 kg. Rozdíl mezi silovými výkony nejsilnějšího a nejslabšího probanda činil 20 kg, což je rozdíl 21,05 %.

Teprve na základě znalosti úrovně maximální síly probandů jsme mohli vypočítat vhodnou velikost odporu pro testování síly výbušné. Tento odpor byl u cviku bench – press a přítah v lehu stanoven na 30% zvednutého maxima. U shybů na hrazdě je velikostí odporu hmotnost vlastního těla.

<b>Vypočítaná hodnota velikosti odporu pro bench – press a přítah</b>					
Proband	Váha	Výška	Věk	30% maxima bench (kg)	30% maxima přítah (kg)
1	78,9	184,3	19,4	30	30
2	82,1	191,0	19,1	30	30
3	65,0	176,5	18,0	26,5	23
4	67,3	172,0	18,9	25	23
5	85,0	178,1	20,1	32	30
6	69,5	178,2	24,3	28	25
7	70,1	181,4	22,3	25	25
Průměr	73,98 ( $\pm 7,28$ )	180,21 ( $\pm 5,65$ )	20,03 ( $\pm 2,54$ )	28,07 ( $\pm 2,51$ )	26,57 ( $\pm 3,06$ )

*Tab. č. 3: Spočítání 30% velikosti odporu činky pro testování rychlé a výbušné síly.*

## 5.2 Výsledky sprintu

Výzkumný soubor 7 výkonnostních a vrcholových kajakářů dosáhl na vodě časů uvedených v tabulce č. 4. Tučně zvýrazněný, rychlejší, čas využíváme pro zjištění vztahu s úrovní výbušné síly.

Výsledky sprintu na 40 metrů					
Proband	Váha	Výška	Věk	Výsledný čas 1. sprintu	Výsledný čas 2. sprintu
1	78,9	184,3	19,4	<b>12,32</b>	12,33
2	82,1	191,0	19,1	12,68	<b>12,57</b>
3	65,0	176,5	18,0	<b>12,96</b>	13,04
4	67,3	172,0	18,9	<b>13,17</b>	13,22
5	85,0	178,1	20,1	<b>12,09</b>	12,16
6	69,5	178,2	24,3	<b>12,26</b>	12,35
7	70,1	181,4	22,3	12,07	<b>12,05</b>
Průměr	73,98 ( $\pm 7,28$ )	180,21 ( $\pm 5,65$ )	20,03 ( $\pm 2,54$ )	12,50 ( $\pm 0,40$ )	12,53 ( $\pm 0,41$ )

Tab. č. 4: Výsledné časy u sprintu na 40 metrů na klidné vodě.

Komentář: Z tabulky výsledných časů při sprintu je patrné, že nejrychlejším závodníkem celého výzkumného souboru byl proband číslo 7, nejpomalejším potom proband číslo 4. Zatímco výsledný čas probanda číslo 7 byl 12,05 s, nejpomalejší proband číslo 4 dosáhla času 13,17 s – byl tedy pomalejší o 1,12 s. To představuje poměrně významný rozdíl – proband č. 4 byl pomalejší o 9,29%. Průměrný čas výzkumného souboru byl 12,50 s ( $\pm 0,40$ ).

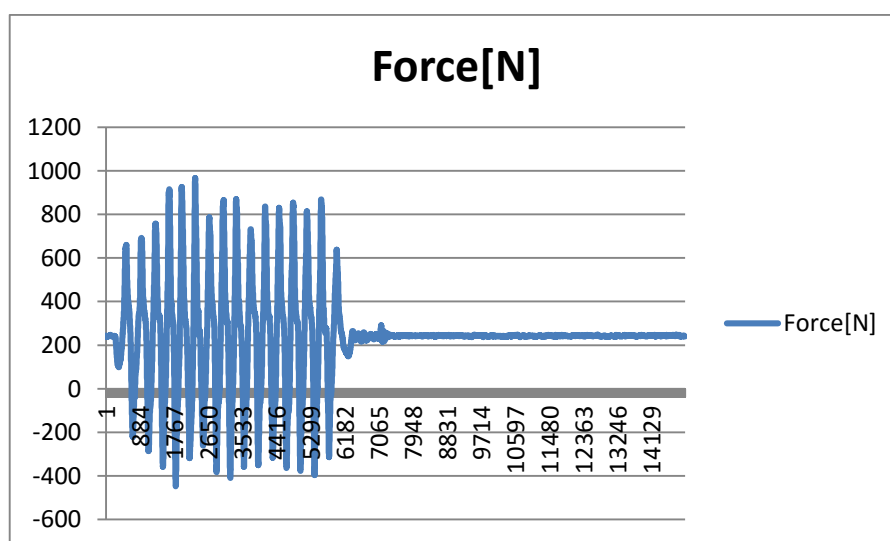
### 5.3 Výsledky měření výbušné síly u cviku bench – press

Výsledné hodnoty výbušné síly u cviku bench – press.						
Proband	Váha (kg)	Výška (cm)	Věk (r)	Akcelerace (mg)	Síla (N)	Rychlost (m. s)
1	78,9	184,3	19,4	1987	985	129
2	82,1	191,0	19,1	1861	842	146,3
3	65,0	176,5	18,0	2518	932	159
4	67,3	172,0	18,9	2233	793	137
5	85,0	178,1	20,1	2597	1129	212
6	69,5	178,2	24,3	1763	732	161
7	70,1	181,4	22,3	2944	967	167
Průměr	73,98 (±7,28)	180,21 (±5,65)	20,03 (±2,54)	2271 (±401)	911 (±123)	159 (±25)

Tab. č. 5: Výsledky výbušné síly prokázané u cviku bench – press.

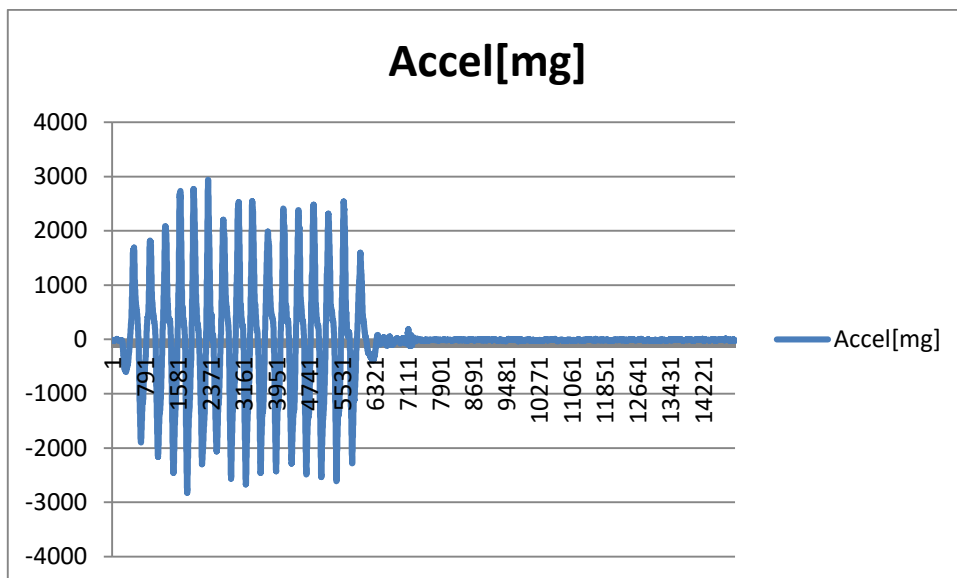
Komentář: V tabulce č. 6 si můžeme všimnout poměrně značných rozdílů mezi probandy. Nejrychlejšího času při sprintu na 40 metrů dosáhl proband číslo 7 a proband číslo 5. Oba zmínění probandi dosáhli také nejlepších výsledných ukazatelů explozivní síly při cviku bench – press.

V grafických znázorněních níže jsou pro ilustraci uvedeny ukazatele explozivní síly při cviku bench – press probanda číslo 7, který při sprintu na vodě dosáhl nejlepších výkonů.

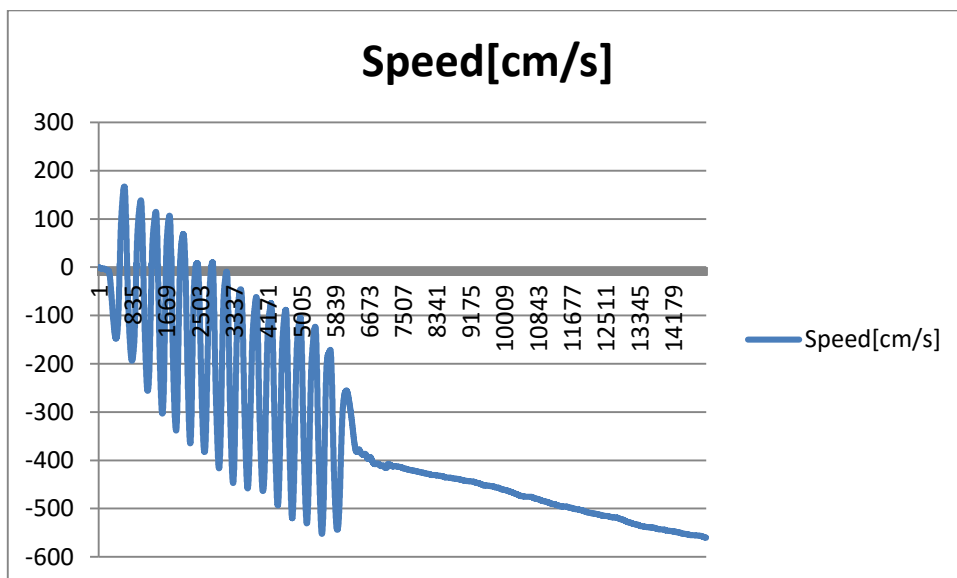


Graf č. 1: Síla probanda číslo 7 v bench – pressu.





*Graf č. 2: Akcelerace probanda číslo 7 v bench – pressu.*



*Graf č. 3: Rychlost pohybu probanda číslo 7 v bench pressu.*

Komentář: Z výše uvedených grafů je patrný pokles rychlosti a snížení akcelerace v průběhu 15 sekundového časového intervalu. U výkonu a síly zaznamenáváme nižší pokles.

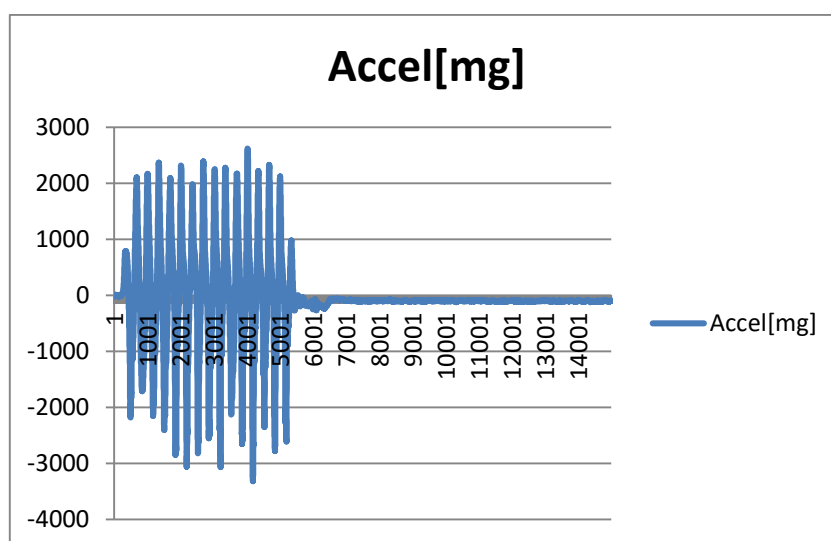
## 5.4 Výsledky měření výbušné síly u cviku přítah v lehu na lavici

Po bench – pressu byla testována explozivní síla při cviku přítah v lehu na lavici (dále jen přítah).

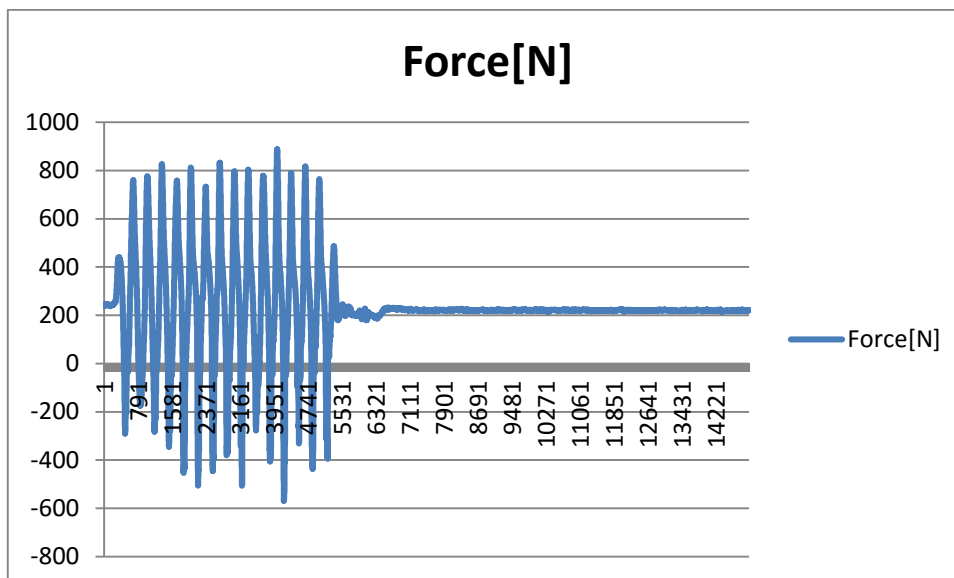
Výsledné hodnoty výbušné síly u cviku přítah						
Proband	Váha (kg)	Výška (cm)	Věk (r)	Akcelerace (mg)	Síla (N)	Rychlost (m.s)
1	78,9	184,3	19,4	2481	1024	219
2	82,1	191,0	19,1	1343	690	166
3	65,0	176,5	18,0	2574	806	201
4	67,3	172,0	18,9	2856	870	203
5	85,0	178,1	20,1	2513	1034	212
6	69,5	178,2	24,3	2704	908	205
7	70,1	181,4	22,3	2620	888	201
Průměr	73,98 (±7,28)	180,21 (±5,65)	20,03 (±2,54)	2442 (±463)	889 (±111)	201 (±16)

Tab. č. 6: Výsledky výbušné síly prokazané u cviku přítah.

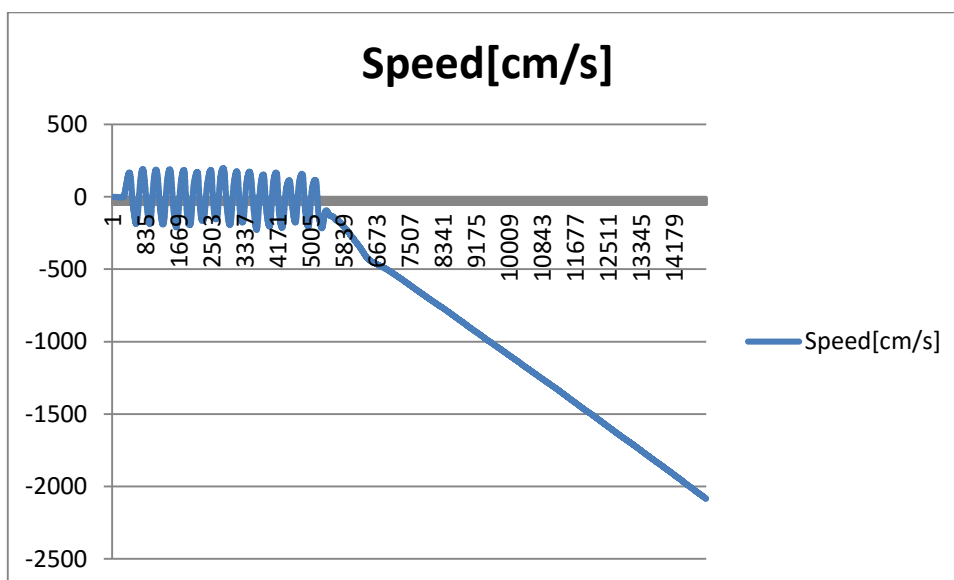
Komentář: Při cviku přítah dosáhli všichni probandi, s výjimkou probanda č. 2, velmi vyrovnaných výsledných ukazatelů. Celkově dosáhli probandi lepších výsledných ukazatelů explozivní síly než při bench – pressu. Zajímavé je, že velmi vysokých hodnot dosáhl také proband, který byl při sprintech nejpomalejší.



Graf č. 4: Akcelerace probanda č. 7.



Graf č. 5: Síla probanda číslo 7.



Graf č. 6: Rychlost pohybu probanda č. 7.

Komentář: Grafy znázorňující ukazatele dynamické síly v čase uvádíme opět u probanda, který při sprintech na vodě dosáhl nejlepšího výkonu. Z výše uvedených grafů je méně patrný pokles rychlosti i akcelerace v průběhu 15 sekundového časového intervalu. U výkonu a síly lze zaznamenat také jen minimální pokles v průběhu intervalu. Lepší výsledky v tomto testu si můžeme vysvětlovat vyšší podobností s pádlováním.

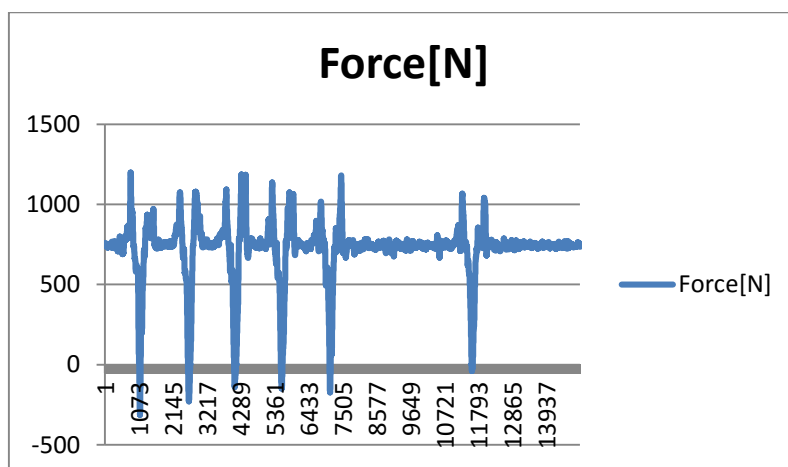
## 5.5 Výsledky měření výbušné síly u cviku shyb nadhmatem

Po přitahu byla testována explozivní síla při shybech. Proband měl za úkol udělat během 15 sekund 5 maximálně výbušných opakování stanoveným způsobem bez pomocných souhybů dolních končetin.

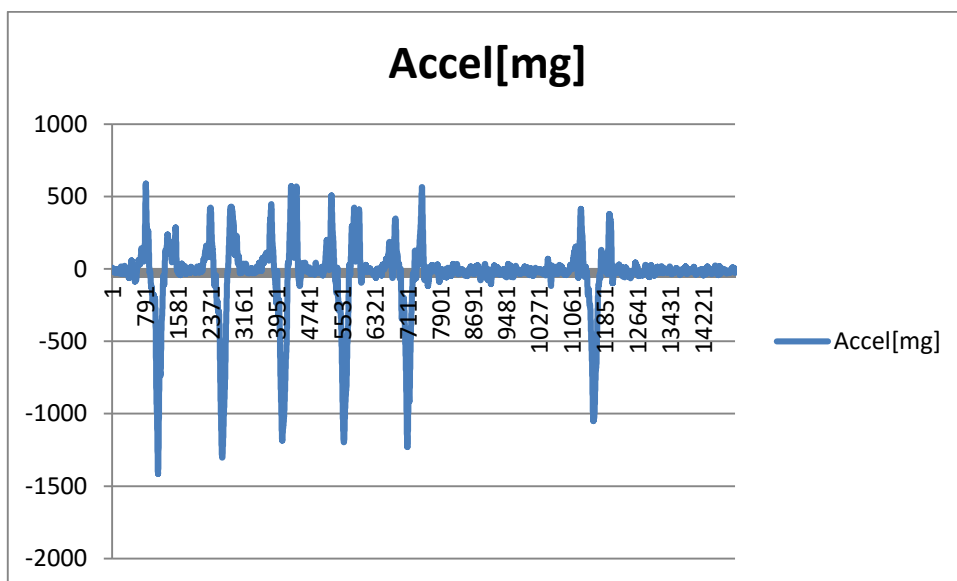
Výsledné hodnoty výbušné síly u cviku shyby						
Proband	Váha (kg)	Výška (cm)	Věk (r)	Akcelerace (mg)	Síla (N)	Rychlost (m.s)
1	78,9	184,3	19,4	1834	1390	94
2	82,1	191,0	19,1	1220	1786	97
3	65,0	176,5	18,0	1511	1663	96
4	67,3	172,0	18,9	899	1295	110
5	85,0	178,1	20,1	1260	1880	54
6	69,5	178,2	24,3	1062	1406	137
7	70,1	181,4	22,3	1200	1700	72
Průměr	73,98 (±7,28)	180,21 (±5,65)	20,03 (±2,54)	1283 (±283)	1588 (±207)	94 (±28)

Tab. č. 6: Výsledky výbušné síly prokázané u cviku shyby.

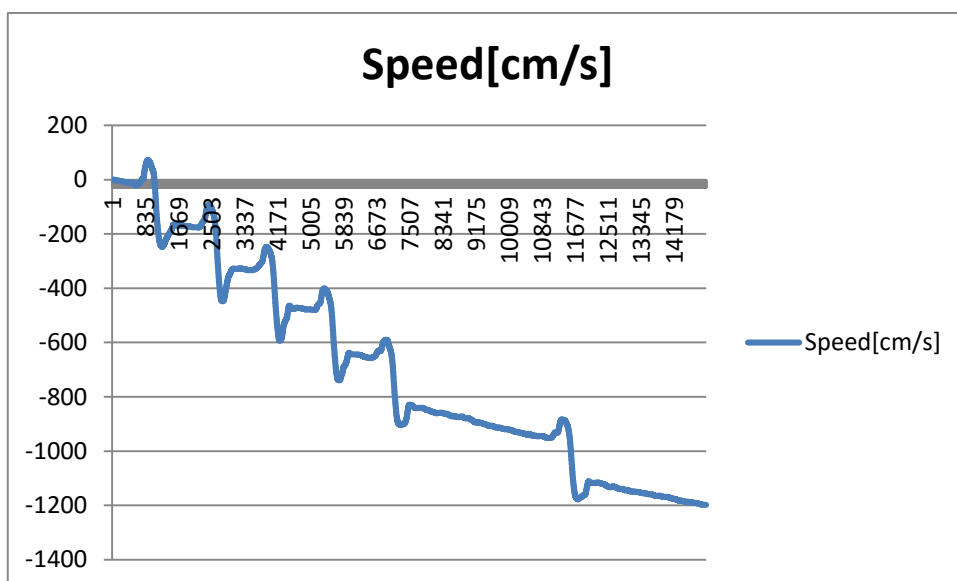
Komentář: U shybů zaznamenáváme nižší výsledné hodnoty u akcelerace i rychlosti v porovnání s bench – pressem a přitahem. Je to logické, neboť proband musí při shybech překonávat větší velikost odporu. O tom vypovídá i nutnost vyššího použití síly, jejíž výsledné hodnoty jsou naopak vyšší než u bench – pressu a přitahu.



Graf. č. 7: Síla probanda číslo 7.



Graf. č. 8: Akcelerace probanda číslo 7.



Graf. č. 9: Rychlost probanda č. 7.

Komentář: Z grafického znázornění je patrné poměrně značný pokles rychlosti, zatímco vynaložená síla a hodnoty akcelerace vykazují nižší pokles.

## 5.6 Shrnutí naměřených výsledných hodnot v použitých testech

Považujeme za vhodné shrnout naměřené výsledné hodnoty všech testů v tabulární formě pro větší přehlednost.

Shrnující tabulka výsledků dosažených v testech							
Proband (číslo)	Váha (kg)	Sprint (s)	Max. Bench (kg)	Akcelerace Bench (mg)	Síla Bench (N)	Rychlost Bench (cm.s)	Velikost odporu Bench (kg)
1	78,9	12,3	90	1987	985	129	30
			Max. Přítah (kg)	Akcelerace Přítah (mg)	Síla Přítah (N)	Rychlost Přítah (cm.s)	Velikost odporu Přítah (kg)
			90	2481	1024	219	30
				Akcelerace Shyb (mg)	Síla Shyb (N)	Rychlost Shyb (cm.s)	Velikost odporu Shyb (kg)
				1834	1390	94	78,9
2	82,1	12,5		1861	842	146,3	30
			Max. Přítah (kg)	Akcelerace Přítah (mg)	Síla Přítah (N)	Rychlost Přítah (cm.s)	Velikost odporu Přítah (kg)
				1343	690	166	30
				Akcelerace Shyb (mg)	Síla Shyb (N)	Rychlost Shyb (cm.s)	Velikost odporu Shyb (kg)
				1220	1786	97	82,1
3	65	12,9		2518	932	159	26,5
			Max. Přítah (kg)	Akcelerace Přítah (mg)	Síla Přítah (N)	Rychlost Přítah (cm.s)	Velikost odporu Přítah (kg)
			6	2574	806	201	23
				Akcelerace Shyb (mg)	Síla Shyb (N)	Rychlost Shyb (cm.s)	Velikost odporu Shyb (kg)

				1511	1663	96	65
Proband (číslo)	Váha (kg)	Sprint (s)	Max. Bench (kg)	Akcelerace Bench (mg)	Síla Bench (N)	Rychlost Bench (cm.s)	Velikost odporu Bench (kg)
4	67,3	13,1 7		2233	793	137	25
			Max. Přítah (kg)	Akcelerace Přítah (mg)	Síla Přítah (N)	Rychlost Přítah (cm.s)	Velikost odporu Přítah (kg)
				2856	870	203	23
				Akcelerace Shyb (mg)	Síla Shyb (N)	Rychlost Shyb (cm.s)	Velikost odporu Shyb (kg)
				899	1295	110	67,3
Proband (číslo)	Váha (kg)	Sprint (s)	Max. Bench (kg)	Akcelerace Bench (mg)	Síla Bench (N)	Rychlost Bench (cm.s)	Velikost odporu Bench (kg)
5	85	12,0 9	96	2597	1129	212	32
			Max. Přítah (kg)	Akcelerace Přítah (mg)	Síla Přítah (N)	Rychlost Přítah (cm.s)	Velikost odporu Přítah (kg)
			90	2513	1034	212	30
				Akcelerace Shyb (mg)	Síla Shyb (N)	Rychlost Shyb (cm.s)	Velikost odporu Shyb (kg)
				1260	1880	54	85
Proband (číslo)	Váha (kg)	Sprint (s)	Max. Bench (kg)	Akcelerace Bench (mg)	Síla Bench (N)	Rychlost Bench (cm.s)	Velikost odporu Bench (kg)
6	69,5	12,2 6	85	1763	732	161	28
			Max. Přítah (kg)	Akcelerace Přítah (mg)	Síla Přítah (N)	Rychlost Přítah (cm.s)	Velikost odporu Přítah (kg)
			75	2704	908	205	25
				Akcelerace Shyb (mg)	Síla Shyb (N)	Rychlost Shyb (cm.s)	Velikost odporu Shyb (kg)
				1062	1406	137	69,5
Proband (číslo)	Váha (kg)	Sprint (s)	Max. Bench (kg)	Akcelerace Bench (mg)	Síla Bench (N)	Rychlost Bench (cm.s)	Velikost odporu Bench (kg)

7	75	12,0 5	75	2944	967	167	25
			Max. Přítah (kg)	Akcelerace Přítah (mg)	Síla Přítah (N)	Rychlost Přítah (cm.s)	Velikost odporu Přítah (kg)
			75	2620	888	201	25
				Akcelerace Shyb (mg)	Síla Shyb (N)	Rychlost Shyb (cm.s)	Velikost odporu Shyb (kg)
			1200	1700	72	75	

Tabulka č. 8: Tabulka shrnuje všechny výsledné hodnoty dosažené v testech.

Pro větší přehlednost uvádíme ještě tabulku pouze s výslednými ukazateli výbušné síly.

<b>Tabulka výsledných hodnot ukazatelů výbušné síly při bench – pressu, přitahu a shybu</b>							
Proband	Proband	Proband	Proband	Proband	Proband	Proband	Proband
Cvik	1	2	3	4	5	6	7
Bench – press	1987 m.g	1861 m.g	2518 m.g	2333 m.g	2597 m.g	1763 m.g	2944 m.g
	985 N	842 N	932 N	793 N	1129 N	732 N	967 N
	129 m.s	146 m.s	159 m.s	137 m.s	212 m.s	161 m.s	167 m.s
Přítah	2481 m.g	1343 m.g	2574 m.g	2856 m.g	2513 m.g	2704 m.g	2620 m.g
	1024 N	690 N	806 N	870 N	1034 N	708 N	888 N
	219 m.s	166 m.s	201 m.s	203 m.s	212 m.s	205 m.s	201 m.s
Shyb	1834 m.g	1220 m.g	1511 m.g	899 m.g	1260 m.g	1062 m.g	1200 m.g
	1390 N	1786 N	1663 N	1285 N	1880 N	1406 N	1700 N
	94 m.s	97 m.s	96 m.s	110 m.s	54 m.s	137 m.s	72 m.s

Tabulka č. 9: Porovnání výsledných hodnot ukazatelů výbušné síly u všech cviků.

Komentář: Z tabulky č. 9 je velmi dobře patrné, že u shybu dosahoval výzkumný soubor menšího zrychlení pohybu i rychlosti pohybu. Naopak ovšem dosahoval vyšších hodnot u ukazatele síly, což si logicky vysvětlujeme větší velikostí odporu – váhy vlastního těla. U přitahu a bench – pressu dosahovali sportovci velmi podobných hodnot.



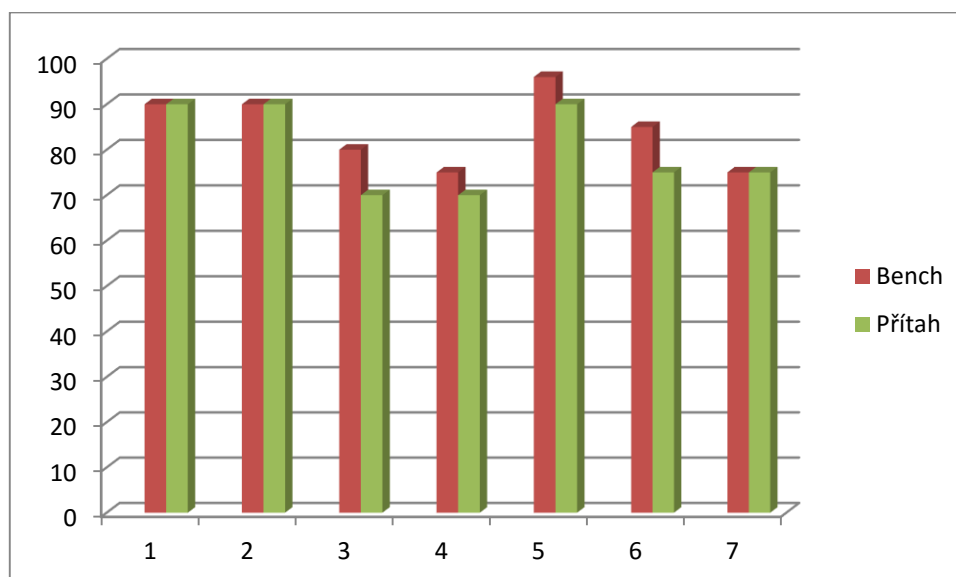
## 5.7 Korelace maximální síly a sprintu na 40 metrů

Protože výbušná síla souvisí s úrovní síly maximální, rozhodli jsme se ověřit vztah maximální síly s časem dosaženým při 40 m sprintu.

Korelace maximální síly a sprintu na 40 m						
Proband	Čas na sprintu 40 m		Maximální síla		Korelační vztah podle Pearsona	
	Bench	Přítah	Bench	Přítah	Bench	Přítah
1	<b>12,32</b>	12,33	90	90	- 0,45	- 0,52
2	12,68	<b>12,57</b>	90	90		
3	<b>12,96</b>	13,04	80	70		
4	<b>13,17</b>	13,22	75	70		
5	<b>12,09</b>	12,16	96	90		
6	<b>12,26</b>	12,35	85	75		
7	12,07	<b>12,05</b>	75	75		

Tabulka č. 12: Korelace mezi úrovní maximální síly a časem na sprintu 40 metrů.

Komentář: Mezi úrovní maximální síly a výsledným časem na 40 m sprintu byl nalezen korelační vztah -0,45 u bench – pressu a -0,52 u přítahu. Podle Hendla (2012) se jedná o středně silnou závislost proměnných.



Graf. č. 10: Porovnání úrovně maximální síly výzkumného souboru.

## 5.8 Korelace ukazatelů výbušné síly s výkonem při sprintu na 40 m

Korelace ukazatele „Akcelerace“ u cviků bench – press, přítah a shyb							
Proband	Proband	Proband	Proband	Proband	Proband	Proband	Proband
Cvik	1	2	3	4	5	6	7
Bench – press	1987 m.g	1861 m.g	2518 m.g	2333 m.g	2597 m.g	1763 m.g	2944 m.g
	Pearsonův korelační koeficient: <b>-0,12</b>						
Přítah	2481 m.g	1343 m.g	2574 m.g	2856 m.g	2513 m.g	2704 m.g	2620 m.g
	Pearsonův korelační koeficient: <b>-0,06</b>						
Shyb	1834 m.g	1220 m.g	1511 m.g	899 m.g	1260 m.g	1062 m.g	1200 m.g
	Pearsonův korelační koeficient: <b>-0,2</b>						

Tabulka č. 10: Korelace mezi akcelerací a časem při sprintu na 40 m.

Komentář: Mezi ukazatelem akcelerace a výsledným časem při sprintu na 40 metrů nebyla nalezena žádná nebo pouze velmi nízká závislost.

Korelace ukazatele „Síla“ u cviků bench – press, přítah a shyb							
Proband	Proband	Proband	Proband	Proband	Proband	Proband	Proband
Cvik	1	2	3	4	5	6	7
Bench	985 N	842 N	932 N	793 N	1129 N	732 N	967 N
	Pearsonův korelační koeficient: <b>-0,42</b>						
Přítah	1024 N	690 N	806 N	870 N	1034 N	708 N	888 N
	Pearsonův korelační koeficient: <b>-0,30</b>						
Shyby	1390 N	1786 N	1663 N	1285 N	1880 N	1406 N	1700 N
	Pearsonův korelační koeficient: <b>-0,42</b>						

Tabulka č. 11: Korelace mezi silou a výsledným časem při sprintu na 40 m.

Komentář: Mezi ukazatelem síly (N) a výsledným časem při sprintu na 40 metrů byla nalezena středně silná korelační závislost.

<b>Korelace ukazatele „Rychlost“ u cviků bench – press, přítah a shyb</b>							
Proband	Proband	Proband	Proband	Proband	Proband	Proband	Proband
Cvik	1	2	3	4	5	6	7
Bench – press	129 m.s	146 m.s	159 m.s	137 m.s	212 m.s	161 m.s	167 m.s
	Pearsonův korelační koeficient: <b>-0,51</b>						
Přítah	219 m.s	166 m.s	201 m.s	203 m.s	212 m.s	205 m.s	201 m.s
	Pearsonův korelační koeficient: <b>-0,22</b>						
Shyb	94 m.s	97 m.s	96 m.s	110 m.s	54 m.s	137 m.s	72 m.s
	Pearsonův korelační koeficient: <b>0,40</b>						

*Tabulka č. 11: Korelace mezi rychlostí opakování a výsledným časem při sprintu na 40 m.*

Komentář: Středně silná korelační závislost byla prokázána pouze u maximální rychlosti opakování při cviku bench – press. U přitahu byla korelační závislost nízká a u shybu dokonce opačná, než jakou bychom očekávali.

## **5.9 Stručné shrnutí výsledků**

Zjistili jsme středně silnou míru závislosti mezi výsledným časem při sprintu na 40 metrů a úrovni maximální síly. U bench – pressu činila hodnota Pearsonova korelačního koeficientu -0,45 a u přitahu potom -0,52. To naznačuje, že mezi úrovní maximální síly a výkonem při sprintu by mohla existovat závislost. Středně silná míra závislosti byla dále pozorována u některých ukazatelů výbušné síly zjištěné použitím akcelerometrického přístroje Myotest® Pro 2. Konkrétně se jednalo o maximální hodnoty síly u cviku bench – press (-0,42) a shyb (-0,42) a maximální rychlosti opakování u cviku bench – press (-0,51). U ostatních ukazatelů nebyla prokázána žádná nebo pouze velmi nízká úroveň korelační závislosti. Z výsledků je ovšem patrné, že při sprintu nejrychlejší probandi 5 a 7 dosáhli u většiny naměřených hodnot výbušné síly vysoce nadprůměrných výsledků. Neplatí to ovšem u rychlosti provedení při shybu, kdy tito dva probandi patřili k nejpomalejším.

## 6. Diskuse

Výsledky práce odpověděly na všechny stanovené výzkumné otázky. Měřením ovšem byly vyvráceny všechny námi stanovené hypotézy. Očekávali jsme a naší první hypotézou bylo, že mezi explozivní silou horních končetin a trupu prokázanou u cviku bench – press existuje vysoká míra korelace ( $r > 0,7$ ) s výkonem při sprintu na vzdálenost 40 metrů. Tato hypotéza se nepotvrdila, neboť mezi výkonem na vodě a výbušností při bench – pressu byly zjištěny střední hodnoty korelace u ukazatele „síly“ pohybu ( $r = -0,42$ ) a „rychlosti“ pohybu ( $r = -0,51$ ). U „akcelerace“ pohybu byla zjištěna korelace velmi nízká ( $r = -0,12$ ).

Extenzivní práce horních končetin při bench – pressu je samozřejmě od pádlování odlišná. Větší podobnost s pádlováním na kajaku bychom mohli očekávat u přitahu v lehu na lavici, protože v něm jde o intenzivní práci flexorů paže a zádočných svalů podobně jako při pádlování. Ovšem ani hypotéza předpokládající silnou korelaci ( $r > 0,7$ ) mezi výbušností při přitahu a výkonem při sprintu na klidné vodě nebyla potvrzena. Mezi výkonem na vodě a výbušností při přitahu byly poněkud překvapivě zjištěny pouze nízké hodnoty korelace. Při shybech se aktivují také především flexory paže a zádočné svaly. Navíc zde sportovec musí pracovat s váhou vlastního těla. Ovšem ani naše třetí hypotéza, že mezi explozivní silou prokázanou u cviku shyb na hrazdě existuje vysoký korelační vztah ( $r > 0,7$ ) s výkonem při sprintu na klidné vodě ve vzdálenosti 40 metrů, nebyla potvrzena. U ukazatele „síly“ pohybu ( $r = -0,42$ ) byla sice prokázána střední míra závislosti, nicméně u zbylých dvou ukazatelů tomu nebylo ani tak.

Jak uvádí Zatsiorsky a Kramer (2011) schopnost rychlé a výbušné síly je do poměrně vysoké míry ovlivněna schopností síly maximální. Proto jsme zkusili určit vztah také mezi úrovní maximální síly a výkonu při sprintu, přestože to nebylo cílem práce ani součástí hypotéz. Mezi maximální silou prokázanou u cviku bench – press a výkonem při sprintu byla zjištěna středně silná míra závislosti ( $r = -0,45$ ), v souladu s našimi předpoklady tomu byl silnější vztah zjištěn u přitahu ( $r = -0,52$ ). Přestože se podle Hendla (2012) jedná o středně vysoké míry korelace, nepovažujeme tyto hodnoty za dostatečně průkazné z důvodu malého výzkumného souboru.

Nejrychlejšího času při sprintu na 40 metrů dosáhl proband číslo 7 a proband číslo 5. Oba zmínění probandi dosáhli také nejlepších výsledných ukazatelů explozivní síly při cviku bench – press. Oba probandi byli ale nadprůměrní a v řadě ukazatelů nejlepší i u zbylých dvou

cviků. Jedinou výjimku tvoří rychlost provedení shybu. Kdy jejich hodnoty patřily k nejpomalejším. Na základě výsledků práce, tedy nemůžeme tvrdit, že úroveň výbušné síly prokázaná v daných cvicích v posilovně nemá vliv na výkon při sprintu na 40 metrů. Nemůžeme ovšem pravděpodobně ani tvrdit, že by výbušná síla prokázaná v posilovně měla na sprint vliv rozhodující. Při zevšeobecňujících tvrzeních narážíme totiž na určité limity předkládané práce. Vhodné by bylo zajistit širší výzkumný soubor, velmi obtížná je také analýza dat získaná akcelerometrickým přístrojem Myotest® Pro 2 prostřednictvím funkce „Free Measurment“. Přístroj tuto funkci umožňuje pro méně standardizované a nepředdefinované cviky či pohyby. Již v úvodu jsme se částečně zmiňovali o tom, že přístroj zaznamenává každou milisekundu údaje o akceleraci, síle, rychlosti pohybu a výkonu. Protože každý test trval 15 sekund, jednalo se u každého testu o 60 000 číselných údajů, které bylo nutné zpracovat do grafů, z něhož teprve se dali zjistit smysluplné maximální hodnoty ukazatelů výbušné síly. Při 7 probandech a 3 testovacích cvicích se přitom jedná o zpracování 1 260 000 čísel.

Předkládaný výzkum je ovšem výzkumem pilotním a vztah mezi explozivní silou a výkonem při sprintu bychom dále chtěli zkoumat v navazujícím výzkumu. Do budoucna by bylo vhodné zjišťovat úroveň výbušné síly prostřednictvím širšího spektra metod. Kromě měření prostřednictvím Myotestu® by bylo vhodné sportovce testovat prostřednictvím jednoduchých motorických testů, jako jsou například různé hody apod. (Mekota a Blahuš, 1984). O úrovni explozivní síly vypovídá do jisté míry také laboratorně prováděný Wingate test (Heller a Vodička, 2011).

Rádi bychom výsledky naší studie porovnali s výsledky práce jiných autorů. Ovšem doposud se nikdo diagnostikou výbušné síly prostřednictvím Myotestu® Pro 2 ve vodním slalomu nezabýval. Testování výbušné síly patří nepochybně mezi složitější diagnostické úkoly. Vycházíme – li ovšem z předpokladu Bílého (2012), že pro výkon ve vodním slalomu je z komplexu silových schopností nejdůležitější právě schopnost síly rychlé a výbušné, nemůžeme její testování a diagnostiku opomíjet. Znalost parametrů výbušné síly a jejího vztahu k výkonům při pádlování nám může pomoci v řízení tréninkového procesu ve všech jeho aspektech.

## 7. Závěr

Zjistili jsme středně silnou míru závislosti mezi výsledným časem při sprintu na 40 metrů a úrovni maximální síly probandů. To naznačuje, že mezi úrovní maximální síly a výkonem při sprintu by mohla existovat závislost. Středně silná míra závislosti byla dále pozorována u některých ukazatelů výbušné síly zjištěné použitím akcelerometrického přístroje Myotest® Pro 2. Konkrétně se jednalo o maximální hodnoty síly u cviku bench – press, shyb a maximální rychlosti opakování u cviku bench – press. U ostatních ukazatelů nebyla prokázána žádná nebo pouze velmi malá statistická závislost. Z výsledků je ovšem patrné, že při sprintu nejrychlejší probandi č.5 a č.7 dosáhli u většiny naměřených hodnot výbušné síly vysoce nadprůměrných výsledků. To ale neplatí u rychlosti provedení při shybu, kdy tito dva probandi patřili k nejpomalejším.

Na základě výsledků nelze jednoznačně potvrdit, že by výbušná síla prokázaná v posilovně měla na sprint silný vliv, v rámci pilotního výzkumu se nám nepodařilo odhalit žádné silné korelační vztahy. Pro zevšeobecnění výsledků naší studie narážíme na určité limity předkládané práce. Vhodné by bylo provést šetření u většího výzkumného souboru a využít více metod pro stanovení úrovně výbušné síly. Kromě měření prostřednictvím Myotestu® bychom rádi sportovce testovali pomocí jednoduchých motorických testů, jako jsou například různé hody apod. (Měkota a Blahuš, 1984), laboratorního a vysoce standardizovaného Wingate testu, zjišťováním akcelerace lodi při pádlování. Znalost parametrů výbušné síly a jejího vztahu k výkonům při pádlování nám může nepochybně pomoci v dokonalejším řízení tréninkového procesu ve všech jeho aspektech.

## Seznam literatury

AKCA F., MUNIRUGLU, S. (2008). Anthropometric - somatype and strength profiles and on – water performance in Turkish elite kayakers. *International Journal of Applied Sport Sciences*. Vol. 20, no. 1, pp. 22 – 34.

BAUER, A. et al. Influences of the preconditions of performance on the power - demand during white water canoeing. *Int. J. Sports Med.*, 1988, vol. 9, Issue 5, p. 379.

BÍLÝ, M., KRAČMAR, B., NOVOTNÝ, P. *Kanoistika*. Praha: Grada, 2001.

BÍLÝ, M. (2002). *Komplexní analýza techniky pádlování a jízdy na divoké vodě*. Rigorózní práce. Praha: UK FTVS, 77 s.

BÍLÝ, M. *Výkonové aspekty ve vodním slalomu*. Praha, 2012. 144 s. Dizertační práce. Praha: FTVS UK.

BÍLÝ, M., SÜSS, V., JANČAR, D. (2010). Influence of selected fitness and mental factors on the sport performance of a competitor in white water slalom. *Acta Universitatis Carolinae Kinanthropologica*. Vol. 46, no. 1, pp. 123 – 132.

BAMPOURAS, T. M. Validity and reliability of the Myotest Pro wireless accelerometer. *Br J Sports Med* 2010;44:i20 doi:10.1136/bjism.2010.078972.59

COMSTOCK, A. B. Validity of the Myotest in measuring force and power production in the squat and bench – press. *Journal of Strength and Conditioning Research*. Vol. 25, n. 4. 2011.

ČELIKOVSKÝ, S. & KOL. *Antropomotorika pro studující tělesnou výchovu*. 3. vyd. Praha: SPN, 1990. ISBN 80-04-23248-5.

DOVALIL, J. a kol. *Výkon a trénink ve sportu*. 4. vyd. Praha: Olympia, 2012. ISBN 978-80-7376-326-8

ENDICOTT, W. *To Win The World*. 1. vyd. Baltimore: Mariland, 1980.

GONZÁLES – DE – SUSO, JM., D'ANGELO, R. A PRONO, JM. *Physiology of slalom training*. In International coaching conference. Sydney, 1999.

HAVEL, Z. & KOL. *Rozvoj silových schopností*. 1. vyd. Ústí n. L.: PdF UJEP, 1992. ISBN 80-7044-044-9.

HAVEL, Z., HNÍZDIL, J & KOL. *Rozvoj a diagnostika rychlostních schopností*. Pedagogická fakulta UJEP v Ústí nad Labem, Katedra tělesné výchovy: 2010.

HAVEL, Z., HNÍZDIL, J & KOL. *Rozvoj a diagnostika silových schopností*. Pedagogická fakulta UJEP v Ústí nad Labem, Katedra tělesné výchovy: 2009.

HAVLÍČKOVÁ, L. & KOL. *Fyziologie tělesné zátěže I. Obecná část*. Praha: UK Karolinum 1999. ISBN 80-7184-875-1.

HELLER, J., VODIČKA, P. *Praktická cvičení z fyziologie tělesné zátěže*. 1. vyd. Praha: Karolinum, 2011. ISBN 978-80-246-1976-7.

HENDL, J. *Přehled statistických metod: analýza a metaanalýza dat*. Praha: Portál, 2012. ISBN 978-80-262-0200-4.

CHOUTKA, M., DOVALIL, J. *Sportovní trénink*. Praha: Olympia, 1991.

JANČÍK, J., ZÁVODNÁ, E., NOVOTNÁ, M. *Fyziologie tělesné zátěže – vybrané kapitoly*. Brno: MU FSPS, 2006.

JEŽEK, J. a kol. *90 let kanoistiky v českých zemích*. Praha: Olympia, 2003

KOVÁŘ, R. Některé tendence ve vývoji základních pohybových schopností se zřetelem na genetickou normu reakce. *Teor. praxe tělesné vých.* 30, 1982, č.10, s. 627 – 631.

MCKEAN, M., BURKETT, B. (2013). The Influence of Upper – Body Strength on Flat – Water Sprint Kayak Performance in Elite Athletes. *International Journal of Sports Physiology and Performance*.

MĚKOTA, K., BLAHUŠ, P. *Motorické testy v tělesné výchově*. 1. vyd. Praha: SPN, 1984.

MĚKOTA, K., NOVOSAD, J. *Motorické schopnosti*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci 2005.

MĚKOTA, K. Definice a struktura motorických schopností. Novější poznatky a střety názorů. *Česká kinantropologie*, 2000, 4 (1), 56-59.



PAVLÍK, J. Poznámka k definici a struktuře silových schopností člověka. *Česká kinantropologie*, 1999, 3, č.1.,s. 101 – 104.

PLACHETA, Z. *Zátěžová diagnostika v ambulanti a klinické praxi*. Grada, 2009.

ZATSIORSKY, V. & KRAEMER, W. *Silový trénink – věda a praxe*. Edice Českého olympijského výboru. Praha: 2014.

ZHÁNĚL, J. *Antropomotorika*: URL [www.upol.cz/fakulta tělesné kultury/centrum trenérských studií/tenis](http://www.upol.cz/fakulta_tělesné_kultury/centrum_trenérských_studií/tenis), 2005.

## **Seznam internetových zdrojů**

[www.myotest.com](http://www.myotest.com) (on – line: 30.3.2016)

[www.videoanalyza.cz](http://www.videoanalyza.cz) (on – line: 30.3.2016)

[www.sporexel.com](http://www.sporexel.com) (on – line: 30.3.2016)

<http://is.muni.cz/elportal.cz/> (on – line: 30.3.2016)

<http://is.muni.cz/elportal.cz/> (on – line: 28.3.2016)

<http://biomech.ftvs.cuni.cz/> (on – line: 28.3.2016)

## 8. Přílohy

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE  
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU  
Josef Martího 31, 162 52 Praha 6-Vešleslavín

### Žádost o vyjádření Etické komise UK FTVS

k projektu výzkumné, kvalifikační či seminární práce, zahrnující lidské účastníky

**Název projektu:** Stanovení závislosti mezi explozivní silou horních končetin a výkonem při sprintu na 40m u vodních slalomářů

**Forma projektu:** bakalářská práce

**Období realizace:** prosinec 2015 - leden 2016

**Předkladatel:** Radomír Fusek

**Hlavní řešitel:** Radomír Fusek

**Spoluřešitel(é):**

**Vedoucí práce (v případě studentské práce):** PhDr. Milan Bílý, Ph.D.

**Název grantu:**

**Popis projektu:** Cílem projektu je pomocí přístroje Myotest určit zda existuje vztah mezi výsledky explozivní síly 8 elitních kajakářů (vodních slalomářů) při pádlování na klidné vodě během 40m sprintu a výsledky měření v posilovně pomocí přístroje Myotest. Myotest je produkt švýcarské firmy Accelltec SA. Myotest PRO je přístroj, pomocí něhož je možné provádět komplexní biomechanickou analýzu. Nabízí možnost analýzy silových a rychlostních schopností horních a dolních končetin. Jedná se o neinvazivní metodu.

**Zajištění bezpečnosti pro posouzení odborníky:** Měření explozivní síly horních končetin bude probíhat v posilovně USK Praha v budově loděnice UK FTVS pomocí přístroje Myotest. Jedná se o neinvazivní metodu. K měření bude využita hrazda pro shyb, benchová lavice s činkou a závažími pro provedení bench-pressu a přitahu činky v leže. Všichni účastníci budou před zahájením měření poučeni o správném provedení cviků. Při provádění bench-pressu a přitahu v leže bude k dispozici asistent, který bude zajišťovat bezpečnost.

**Etické aspekty výzkumu:** věk všech probandů se pohybuje v rozmezí 18 – 25 let. Získaná osobní data probandů budou anonymizovaná a nebudou zneužitá. **Informovaný souhlas:** příložen

Povinností všech účastníků výzkumu na straně řešitele je chránit život, zdraví, důstojnost, integritu, právo na sebeurčení, soukromí a osobní data zkoumaných subjektů, a podniknout k tomu veškerá preventivní opatření. Odpovědnost za ochranu zkoumaných subjektů leží vždy na účastnících výzkumu na straně řešitele, nikdy na zkoumaných, byť dali svůj souhlas k účasti na výzkumu. Všichni účastníci výzkumu na straně řešitele musí brát v potaz etické, právní a regulační normy a standardy výzkumu na lidských subjektech, které platí v České republice, stejně jako ty, jež platí mezinárodně.

Potvrzuji, že tento popis projektu odpovídá návrhu realizace projektu a že při jakékoli změně projektu, zejména použitých metod, zašlu Etické komisi UK FTVS revidovanou žádost.

V Praze dne 18.12.2015

Podpis předkladatele:

### Vyjádření Etické komise UK FTVS

**Složení komise:** **Předsedkyně:** doc. PhDr. Irena Parry Martinková, Ph.D.

**Členové:** prof. PhDr. Pavel Slepíčka, DrSc.  
doc. MUDr. Jan Heller, CSc.  
doc. Ing. Monika Šorfová, Ph.D.  
Mgr. Pavel Hráský, Ph.D.  
MUDr. Simona Majorová

Projekt práce byl schválen Etickou komisí UK FTVS pod jednacím číslem: .....  
dne: ..... 18.12.2015  
4.1.2016

Etická komise UK FTVS zhodnotila předložený projekt a neshledala žádné rozpory s platnými zásadami, předpisy a mezinárodními směrnici pro provádění výzkumu, zahrnujícího lidské účastníky.

Řešitel projektu splnil podmínky nutné k získání souhlasu Etické komise.

razítka UK FTVS

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE  
Fakulta tělesné výchovy a sportu  
Josef Martího 31, 162 52, Praha 6

podpis předsedkyně EK UK FTVS

## INFORMOVANÝ SOUHLAS

Vážený pane, Vážená paní,

v souladu se Všeobecnou deklarací lidských práv, zákonem č. 101/2000 Sb., o ochraně osobních údajů a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů a dalšími obecně závaznými právními předpisy (jakož jsou zejména Helsinská deklarace, přijatá 18. Světovým zdravotnickým shromážděním v roce 1964 ve znění pozdějších změn (Fortaleza, Brazílie, 2013); [Zákon o zdravotních službách a podmínkách jejich poskytování](#) (zejména ustanovení § 28 odst. 1 zákona č. 372/2011 Sb.) a [Úmluva o lidských právech a biomedicině](#) č. 96/2001, jsou-li aplikovatelné), Vás žádám o souhlas ke konání terénního měření v rámci bakalářské práce s názvem Stanovení závislosti mezi explozivní silou horních končetin a výkonem při sprintu na 40m u vodních slalomářů.

1. Cílem práce je určit, zda existuje vztah mezi úrovní explozivní síly horních končetin a výkonu při 40m sprintu na vodě.
2. Testování proběhne ve dvou fázích. Měření sprintu na hladké vodě a měření v posilovně USK Praha v loděnici UK FTVS.
3. Měření na vodě bude trvat cca 30-45 minut. Měření v posilovně zabere cca 30 minut.
4. Všichni účastníci absolvují měření po odpočinku.
5. Rizika prováděných testů nebudou vyšší, než jsou běžná rizika tohoto typu pohybové činnosti (cviků)
6. Měření na vodě bude obsahovat tři 40m sprinty. Mezi každým sprintem bude dostatečná pauza.
7. Měření v posilovně se bude skládat ze tří cviků: shyb na hrazdě, bench-press s 30% maxima a přítah na lavici v leže na břicho s 30% maxima.
8. Bude se jednat o neinvazivní metodu. U měření v posilovně bude použit přístroj Myotest. Jedná se o akcelerometr o velikosti mobilního telefonu, který se pomocí suchého zipu připevní k tělu účastníka (u shybu) nebo přímo na činku (bench-press, přítah).
9. V místě měření bude zajištěno občerstvení i sociální zařízení
10. Výsledky měření budou přínosné pro celý vodní slalom. Výsledky měření by mohly do značné míry ovlivnit skladbu tréninkových plánů.
11. Odměna nebude nabídnuta
12. Závěrečné výsledky testování budou každému účastníkovi zaslány pomocí e-mailu.
13. Výsledky měření budou publikovány v bakalářské práci dle norem.
14. Získaná data budou zpracovávána a uchována anonymně a publikovaná v bakalářské práci, V maximální možné míře zajistím, aby získaná data nebyla zneužita.

Probandi jsou si vědomi, že mohou být i přes anonymizaci snadno identifikovatelní.

Jméno a příjmení předkladatele projektu ..... Podpis: .....

Prohlašuji a svým níže uvedeným vlastnoručním podpisem potvrzuji, že dobrovolně souhlasím se svojí účastí ve výše uvedeném projektu a že jsem měl(a) možnost si řádně a v dostatečném čase zvážit všechny relevantní informace o výzkumu, zeptat se na vše podstatné týkající se mé účasti ve výzkumu a že jsem dostal(a) jasné a srozumitelné odpovědi na své dotazy. Byl(a) jsem poučen(a) o právu odmítnout účast ve výzkumném projektu nebo svůj souhlas kdykoli odvolat bez represí, a to písemně Etické komisi UK FTVS, která bude následně informovat předkladatele projektu.

Místo, datum ..... Jméno a příjmení účastníka ..... Podpis:  
.....



