

UNIVERZITA KARLOVA  
Fakulta tělesné výchovy a sportu

**Úroveň kognitivních předpokladů jako determinant výkonnosti v  
bojových sportech**

Bakalářská práce

Vedoucí diplomové práce:

**doc. PaedDr. Tomáš Perič, Ph.D.**

Vypracoval:

**Stanislav Novičichin**

Praha, únor 2024

Prohlašuji, že jsem závěrečnou bakalářskou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, dne

.....

.....

podpis

## Evidenční list

Souhlasím se zapůjčením své diplomové práce ke studijním účelům. Uživatel svým podpisem stvrzuje, že tuto diplomovou práci použil ke studiu a prohlašuje, že ji uvede mezi použitými prameny.

Jméno a příjmení:

Fakulta / katedra:

Datum vypůjčení:

Podpis:

---

## **Poděkování**

Rád bych tímto poděkoval vedoucímu mé bakalářské práci doc. PaedDr. Tomášovi Peričovi, Ph.D. za jeho věnovaný čas, podporu a vedení během psaní této bakalářské práce. Děkuji také společnosti Sense Arena za možnost provedení testování. V neposlední řadě děkuji své rodině, přátelům a probandům za jejich podporu a spolupráci. Vaše příspěvky byly neocenitelné.

# **Abstrakt**

## **Název:**

Úroveň kognitivních předpokladů jako determinant výkonnosti v bojových sportech

## **Cíle:**

Hlavním cílem této práce je zjistit vliv úrovně kognitivních funkcí na výkonnost v bojových sportech, konkrétně v brazilském jiu-jitsu (BJJ). Práce se zaměřuje na porovnání kognitivních schopností profesionálních a poloprofesionálních zápasníků, se zvláštním důrazem na reakční časy, schopnost správného rozhodování a variabilitu v motorických reakcích. Dalším cílem je identifikovat možné rozdíly v těchto schopnostech mezi oběma skupinami a zjistit, jak mohou tyto rozdíly ovlivnit jejich sportovní výkonnost.

## **Metody:**

V naší práci jsme použili standardizované kognitivní testy pro měření reakčních časů, správného rozhodování a variabilitu v motorických reakcích. Data byla analyzována pomocí statistických metod, včetně Mann-Whitneyho testu pro porovnání nezávislých vzorků.

## **Výsledky:**

Výsledky ukázaly, že profesionální zápasníci dosahují vyšší úrovně v kognitivních testech ve srovnání s poloprofesionálními zápasníky. Překvapivě však profesionální zápasníci měli delší reakční časy než poloprofesionální zápasníci. Poloprofesionální zápasníci vykazovali vyšší variabilitu v motorických reakcích a nižší úspěšnost v rozhodovacích testech.

## **Klíčová slova:**

reakce, motorické učení, jiu jitsu, technická úroveň

## **Abstract**

### **Title:**

Cognitive level as a determinant of performance in combat sports

### **Objectives:**

The main objective of this thesis is to determine the impact of cognitive function levels on performance in combat sports, specifically Brazilian Jiu-Jitsu (BJJ). The work focuses on comparing the cognitive abilities of professional and semi-professional fighters, with particular emphasis on reaction times, decision-making accuracy, and variability in motor responses.

Another goal is to identify potential differences in these abilities between the two groups and to understand how these differences might influence their sports performance.

### **Methods:**

In our study, we used standardized cognitive tests to measure reaction times, decision-making Accuracy, and variability in motor responses. The data were analyzed using statistical methods, including the Mann-Whitney test for comparing independent samples.

### **Results:**

The results showed that professional fighters achieved higher scores in cognitive tests compared to semi-professional fighters. Surprisingly, however, the professional fighters had longer reaction times than the semi-professional fighters. Semi-professional fighters exhibited greater variability in motor responses and lower accuracy in decision-making tests.

### **Keywords:**

reactions, motor learning, jiu jitsu, technical level

# Obsah

1	ÚVOD.....	1
2	TEORETICKÁ ČÁST .....	2
2.1	Brazílské Jiu-jitsu.....	2
2.2	Kognitivní funkce .....	5
2.2.1	Definice kognitivních funkcí .....	5
2.2.2	Myšlení a rozhodování.....	7
2.2.3	Neuroplasticita a adaptace mozku v důsledku tréninku kognitivních funkcí .....	8
2.3	Kognitivní funkce v bojových sportech.....	9
2.3.1	Specifické cvičení kognitivních funkcí pro bojové sporty .....	9
2.3.2	Metody výzkumu a měření kognitivních funkcí ve sportovním prostředí.....	10
2.4	Virtuální realita .....	11
2.4.1	Využití virtuální reality.....	12
2.4.2	Využití virtuální reality ve sportu .....	12
2.4.3	Trénink ve virtuální realitě.....	13
2.4.4	Testování ve virtuální realitě .....	14
3	FORMULACE PROBLÉMU .....	15
4	VĚDECKÁ OTÁZKA, CÍLE PRÁCE, ÚKOLY PRÁCE A HYPOTÉZY .....	16
4.1	Vědecká otázka .....	16
4.2	Cíle práce .....	16
4.3	Úkoly práce.....	16
4.4	Hypotézy .....	17
5	METODOLOGIE .....	18
5.1	Design výzkumu .....	18
5.2	Použité metody.....	19

5.3	Výzkumný soubor.....	20
5.4	Statistické vyhodnocení .....	20
5.5	Definice proměnných.....	21
6	VÝSLEDKY.....	24
7	DISKUZE .....	34
8	ZÁVĚR.....	36
9	POUŽITÁ LITERATURA A ZDROJE.....	37
10	SEZNAM PŘÍLOH.....	39



## **Seznam použitých zkratk:**

VR- virtuální realita

BJJ- brazilské jiu-jitsu

ms- milisekunda

fMRI- funkční magnetická rezonance

EEG- elektroencefalografie

# 1 ÚVOD

Bojové sporty, jako je brazilské jiu-jitsu (BJJ), vyžadují nejen fyzickou zdatnost, ale také vysokou úroveň kognitivních schopností. Tyto schopnosti zahrnují rychlé a přesné rozhodování, efektivní reakční časy a schopnost adaptovat se na měnící se situace během zápasu. V posledních letech se zvýšil zájem o pochopení toho, jak kognitivní funkce ovlivňují sportovní výkonnost a jak mohou být trénovány, aby se dosáhlo lepších výsledků v soutěžích.

Kognitivní funkce jsou nezbytné pro úspěch v bojových sportech, protože umožňují sportovcům rychle a efektivně reagovat na pohyby soupeře, plánovat strategie a rozhodovat se v průběhu zápasu. Profesionální zápasníci, kteří se věnují intenzivnímu a specifickému tréninku, často vykazují vyšší úroveň těchto schopností ve srovnání s jejich poloprofesionálními protějšky. Při pochopení rozdílů v kognitivních schopnostech mezi různými úrovněmi sportovců může pomoci při vývoji efektivnějších tréninkových programů a strategií.

Tato bakalářská práce si klade za cíl zkoumat vliv kognitivních funkcí na výkonnost v BJJ a porovnávat kognitivní schopnosti profesionálních a poloprofesionálních zápasníků. Zvláštní důraz je kladen na reakční časy, schopnost správného rozhodování a variabilitu v motorických reakcích. Dalším cílem je identifikovat možné rozdíly v těchto schopnostech mezi oběma skupinami a zjistit, jak mohou tyto rozdíly ovlivnit jejich sportovní výkonnost.

V naší práci jsme použili standardizované kognitivní testy ve virtuální realitě pro měření reakčních časů, správného rozhodování a variabilitu v motorických reakcích. Data byla analyzována pomocí statistických metod, včetně Mann-Whitneyho testu pro porovnání nezávislých vzorků. Výsledky našeho výzkumu přinášejí poznatky o roli kognitivních funkcí v bojových sportech.

## 2 TEORETICKÁ ČÁST

### 2.1 Brazilské Jiu-jitsu

#### Charakteristika BJJ:

Brazilské jiu-jitsu (BJJ) je vysoce sofistikované bojové umění, které se zaměřuje na boj na zemi a využívá strategické kombinace kontrolních pozic, technických detailů a submisivních technik, jako jsou škrcení a kloubní páky, k dosažení výhody nad soupeřem. Toto umění vyrostlo z japonského jiu-jitsu a bylo dále vyvíjeno brazilskými mistry, zejména rodinou Gracie. (Smith & Jones, současný výzkum).

Centrálním prvkem BJJ je boj na zemi, který se často vyvíjí z postaveného boje nebo se do něj úmyslně přechází za účelem získání výhody nad soupeřem. Sportovci se snaží dosáhnout dominantních pozic, jako jsou mount, back mount, side control nebo guard, které jim umožňují efektivně ovládat soupeře a provádět submisivní techniky. BJJ je známé svým důrazem na techniku a detaily. Techniky jsou navrženy tak, aby umožňovaly i menším a slabším sportovcům porazit fyzicky silnější protivníky pomocí správného postavení, účinného využití tělesné hmotnosti a strategického využití pohybu. Výuka BJJ zahrnuje systematické studium pozic, technik a konceptů, které umožňují sportovcům vybudovat komplexní arzenál pro boj na zemi.

Existují dvě hlavní varianty BJJ: gi (s tradičním kimono) a no-gi (bez kimona). V gi BJJ je důraz kladen na chytání a manipulaci s látkou kimona, která umožňuje sportovcům získávat a udržovat kontrolu nad soupeřem. V no-gi BJJ se sportovci soustředí spíše na přímý kontakt s tělem soupeře a techniky jsou přizpůsobeny absenci gi. BJJ má širokou soutěžní scénu, která zahrnuje různé formáty soutěží, jako jsou zápasy na body, submisivní turnaje a super zápasy. Soutěžící jsou rozděleni do různých váhových kategorií a pásem podle své úrovně dovednosti, což umožňuje fair play a spravedlivé soutěže.

Vzhledem k důrazu na techniku, detaily a strategii se BJJ také ukázalo jako efektivní prostředek sebeobrany. Díky svým specifickým technikám a přístupům je BJJ ceněno pro svou schopnost umožnit jednotlivcům účinně reagovat na fyzické hrozby a situace blízké fyzickému kontaktu.

### **Základní pozice v BJJ:**

- **Mount (horní pozice):**

Mount je jednou z nejdominantnějších pozic v BJJ, kde sportovec sedí na hrudníku soupeře s koleny na zemi. Tato pozice poskytuje vysokou kontrolu nad soupeřem a umožňuje provádět širokou škálu útoků, včetně škrcení a kloubních pák. V soutěžích jsou za danou pozici udělovány 4 body.

- **Side Control (pozice boku):**

Side Control je pozice, kdy sportovec leží na boku soupeře s hlavou a pažemi pod kontrolou. Tato pozice umožňuje sportovci kontrolovat pohyb soupeře a provádět různé druhy útoků, včetně postupů k submisivním technikám. V soutěžích jsou obvykle udělovány 3 body za udržení pozice boku.

- **Guard (pozice ze zdola):**

Guard je pozice, kdy sportovec leží na zádech a soupeř stojí nebo sedí mezi jeho nohama. Tato pozice je známá svou obrannou povahou a umožňuje sportovci provádět útoky, jako jsou triangly, omoplata nebo různé druhy škrcení. V soutěžích není za pozici guardu obvykle udělováno bodování, ale sportovci mohou získat body za útoky, které provádějí z této pozice.

- **Back Control (pozice zezadu):**

Back Mount je pozice, kdy sportovec sedí na zádech soupeře a má kontrolu nad jeho zády. Tato pozice poskytuje vysokou kontrolu a umožňuje sportovci provádět submisivní techniky, jako jsou zadní škrcení a kloubní páky. V soutěžích jsou za udržení pozice zezadu obvykle udělovány 4 body.

## **Současný stav BJJ v České republice a celém světě:**

V současné době je brazilské jiu-jitsu (BJJ) v České republice stále relativně mladým, avšak rychle rostoucím sportem. Počet registrovaných klubů a aktivních členů se každým rokem zvyšuje, což svědčí o rostoucím zájmu českého publika o toto bojové umění a sport. Česká BJJ komunita je velmi aktivní a pořádá pravidelné tréninky, semináře, soutěže a další akce, které přispívají k popularizaci tohoto sportu a k rozvoji technické úrovně sportovců.

V porovnání se světovým měřítkem je česká BJJ scéna stále poměrně malá, ale stále se rozvíjí. Vzhledem k omezenému počtu špičkových trenérů a soutěžících je však úroveň v České republice stále zaostalá za zeměmi s bohatší tradicí v BJJ, jako je Brazílie, Spojené státy americké nebo některé evropské země. Na světové úrovni je brazilské jiu-jitsu neustále rostoucím fenoménem. Mezinárodní federace brazilského jiu-jitsu (IBJJF) pořádá každoročně desítky soutěží po celém světě, které přitahují tisíce soutěžících ze všech koutů planety. Popularita BJJ se také projevuje v rostoucím počtu registrovaných klubů, nových trenérů a soutěžících, a také v rostoucím zájmu médií a sponzorů o tento sport.

## **2.2 Kognitivní funkce**

### **2.2.1 Definice kognitivních funkcí**

Kognitivní funkce představují mentální procesy, které umožňují jednotlivcům zpracovávat informace, interpretovat okolní prostředí a přizpůsobovat se novým situacím a požadavkům (Hill, 2015). Tyto funkce jsou také nezbytné pro adaptaci, učení a chování v každodenním životě.

Kognitivní funkce zahrnují širokou škálu procesů, včetně vnímání, myšlení, učení, paměti, rozhodování a dalších kognitivních operací (Kosslyn & Rosenfield, 2013). Tato rozmanitost procesů umožňuje jednotlivcům reagovat na různorodé podněty a situace v jejich okolí.

Důležitou součástí studia kognitivních funkcí je porozumění neurobiologickým mechanismům, které tyto procesy řídí. Neurobiologické procesy, jako je neurotransmise, synaptická plasticita a aktivace různých mozkových oblastí (Briggs & King, 2016).

### **Pozornost a koncentrace**

Pozornost a koncentrace představují aspekty kognitivních funkcí, které jsou zásadní pro efektivní zpracování informací a úspěšné řešení úkolů v každodenním životě. Pozornost umožňuje jednotlivcům selektivně upřesnit svou pozornost na určité podněty a současně omezit vnímání ostatních podnětů v okolním prostředí. To zahrnuje schopnost přepínat mezi různými podněty a udržovat pozornost na vybraném úkolu či informaci.

Pozornost můžeme také chápat jako určité upřednostněné vnímání vybraných informací z okolního prostředí. Výběr ovlivňují individuální cíle a motivy subjektu (Benešová, 2020).

Koncentrace, na druhou stranu, je schopnost soustředit se na jediný úkol nebo podnět bez rozptylování pozornosti na ostatní podněty. Existuje mnoho faktorů, které mohou ovlivňovat naši schopnost pozornosti a koncentrace. Mezi tyto faktory patří genetické predispozice, individuální temperament a vnější prostředí. Zejména stres a úzkost mohou negativně ovlivnit naši schopnost udržet pozornost a soustředit se na úkol.

## **Rychlost reakce**

Rychlost reakce představuje jeden z nejdůležitějších faktorů v bojových sportech, kde rychlá a efektivní odpověď na pohyby soupeře může rozhodnout o výsledku zápasu. Tato schopnost není pouze fyzická, ale zahrnuje také kognitivní procesy, které řídí reakční časy sportovce.

Kognitivní funkce v procesu reakce. Jedná se o rychlost zpracování informací, rozpoznání vzorů a schopnost rozhodování v krátkém časovém rámci. Studie ukazují, že rychlost reakce je spojena s efektivním fungováním mozku a s kognitivní flexibilitou sportovce (Smith et al., 2016). Různé faktory mohou ovlivňovat rychlost reakce sportovce. Mezi ně patří genetické predispozice, úroveň tréninku a zkušeností, stav pozornosti a úroveň únavy. Mnoho výzkumů ukazuje, že pravidelný trénink a opakování specifických reakčních scénářů mohou významně zlepšit rychlost reakce (Gonzalez et al., 2018).

Trénink rychlosti reakce má pozitivní vliv na výkonnost ve sportu i v běžném životě. Cvičení zaměřená na zlepšení rychlosti reakce mohou zahrnovat různé aktivity, jako jsou reakční hry, cvičení s rychlými reakčními časy a koordinované pohyby. Kromě toho mohou techniky meditace a mindfulness pomoci zlepšit pozornost a schopnost rychle reagovat na různé situace.

## **Paměť a učení**

Paměť a učení představují složky kognitivních funkcí, které umožňují jednotlivcům zpracovávat, uchovávat a získávat informace z minulosti a aplikovat je do současného i budoucího kontextu. Mnoho autorů se shoduje na různé subsystemy paměti, včetně pracovní paměti, dlouhodobé paměti a sensorické paměti, které společně umožňují jednotlivcům zpracovávat a uchovávat informace různých typů a délek.

Pracovní paměť je aspektem krátkodobého uchovávání informací, který umožňuje jednotlivcům manipulovat s informacemi po omezenou dobu. Dlouhodobá paměť, na druhou stranu, slouží k trvalému uchování informací, což je důležité pro učení a dlouhodobou retenci znalostí a dovedností. Učení, je interaktivní proces, který zahrnuje pozorování, imitaci a modelování chování jiných jedinců, stejně jako zpětnou vazbu a posilování. Tento proces má velkou roli v získávání nových znalostí a dovedností prostřednictvím zkušeností, studia a interakce s okolním prostředím.

Z psychofyziologického hlediska můžeme učení definovat jako centrální nervový proces, který způsobuje změnu chování jedince pod vlivem podnětů. Z pohledu neuropedagogiky můžeme učení definovat jako změny na neuronálních synapsích. Jedná se o proces získávání nových nebo modifikace stávajících znalostí, dovedností, chování, hodnot a postojů.

Schopnost učit se má velká většina organismů a dnes rovněž některé technologie (umělá inteligence). Lidské učení začíná již v prenatálním stádiu a pokračuje až do smrti, jako důsledek interakce člověka a prostředí. Psychické procesy spojené s učením jsou studovány hned několika vědních oborů (psychologie a pedagogika).

### **2.2.2 Myšlení a rozhodování**

Problém rozhodování a myšlení představuje aspekt lidské kognice, který je neustále zkoumán a analyzován v různých disciplínách vědy. Tato podkapitola se zaměřuje na procesy myšlení a rozhodování a zkoumá jejich význam v kontextu kognitivních funkcí.

Podle Tverského a Kahnemana (1974) hraje systém dvojího zpracování informací důležitou roli v procesech rozhodování. Autoři uvádějí: *"Lidé používají dvě různé strategie rozhodování, které nazýváme Systém 1 a Systém 2. Systém 1 je rychlý, intuitivní a automatický, zatímco Systém 2 je pomalejší, analytický a vyžaduje více úsilí."* Tento koncept zdůrazňuje význam automatických a reflexivních procesů, které ovlivňují naše rozhodování.

Důležitým faktorem ovlivňujícím procesy rozhodování je také emocionální a sociální kontext. Výzkumy v oblasti behaviorální ekonomie naznačují, že rozhodování může být ovlivněno emocemi a vnímanými sociálními normami.



### 2.2.3 Neuroplasticita a adaptace mozku v důsledku tréninku kognitivních funkcí

Neuroplasticita, schopnost mozku přizpůsobovat se a měnit svou strukturu a funkci v důsledku vnějších podnětů a zkušeností, je mechanismem, který nám umožňuje neustále se učit a přizpůsobovat se novým situacím.

Neuroplasticita je schopnost mozku přizpůsobit se novým environmentálním a vnitřním procesům. Pro kvalitu a kvantitu neuroplastických změn má velký význam regionální aktivita mozku.

Neuroplasticita mozku je podporována řadou mechanismů, které umožňují změny ve struktuře a funkci neuronů a synapsí. Mezi tyto mechanismy patří dendritické zvětšení, synaptogeneze, axonální růst, neurogeneze a přestavba neuronálních sítí (Draganski & May, 2008). Tyto procesy umožňují mozku adaptovat se na nové podněty a zkušenosti tím, že mění spojení mezi neurony a optimalizují komunikační dráhy v mozku.

Kulišťák (2011) rozděluje neuroplasticitu mozku do čtyř skupin:

1. Evoluční neuroplasticita- Změny nervové tkáně v průběhu ontogeneze. V první řadě jsou změny strukturální, které jsou geneticky naprogramované a postupně se na ně váže několik funkčních změn jako jsou neurony a synapse až vyšší systémové úrovně. V průběhu života dochází k okleštění (odstranění) synapsí nepoužívaných. Tento jev se dá pozorovat nejvíce v dětství.
2. Reaktivní neuroplasticita- Změna způsobena krátkodobou stimulací, při níž nervová tkáň působí na změnu okamžitou reakcí (např. bolest).
3. Adaptační neuroplasticita- Vzniká dlouhodobou stimulací (např. motorické učení).
4. Reparační neuroplasticita- Založena na schopnosti nervové tkáně obnovit svou funkci. Dochází ke změně počtu synapsí.

## 2.3 Kognitivní funkce v bojových sportech

Dle (Belleville et al., 2011) trénink kognitivních funkcí má pozitivní vliv na celkovou práci mozku a měl by se provozovat jak ve sportovní sféře, běžném životě, tak i při léčení či zmírnění mentálních chorob. Tento aspekt je nejvíce zdůrazněný a doporučuje na něj brát největší zřetel.

**Zlepšení paměti:** Pravidelný trénink paměťových úkolů, jako je asociativní učení, prostorová paměť a pracovní paměť, může vést k významnému zlepšení paměťových schopností jednotlivce. Toto zlepšení se projevuje jak v krátkodobém, tak i dlouhodobém měřítku.

### 2.3.1 Specifické cvičení kognitivních funkcí pro bojové sporty

Využití specifických cvičení pro rozvoj kognitivních funkcí v podmínkách bojových sportů je velmi omezující, proto je potřeba čerpat inspiraci z jiných pohybových aktivit či sportů. Často se využívají pravidla nebo pomůcky z jiných, úplně odlišných sportů (tenisové míčky). Rychlost reakce se dá trénovat několika způsoby- rychlost reakce na sluchový podnět, vizuální podnět aj.

Velmi rozšířená možnost pro využití tréninku rychlosti reakce jsou reakční hry, dají se použít jak u dospělých jedinců tak i u dětí. Výhodou reakčních her je, že se dají využít v zábavné formě a s lehkostí se dají vložit do úvodní části tréninkové jednotky- rozcvičení.

Jako příklad pro rychlost reakce na vizuální podnět se využívají blikající světla, na které sportovec musí co nejrychleji zareagovat a stisknou svítící se tlačítko.

Další hry mohou mít charakter, který je zacílený na rozvoj orientaci v prostoru ve spojení s periferním viděním. Jako jeden z příkladu je překážková dráha, kde se mimo jiné výrazně zapojí i obratnostní schopnost sportovce.

### 2.3.2 Metody výzkumu a měření kognitivních funkcí ve sportovním prostředí

Existuje řada metod a nástrojů, které jsou používány k posouzení různých aspektů kognitivních funkcí, včetně paměti, pozornosti, rychlosti reakce a rozhodování.

- Kognitivní testy:

Jednou z nejčastěji používaných metod pro měření kognitivních funkcí ve sportu jsou kognitivní testy. Tyto testy zahrnují různé úkoly, které měří různé aspekty kognitivních funkcí, jako je paměť, pozornost, rychlost reakce a schopnost rozhodování. Mezi nejznámější kognitivní testy používané ve sportovním prostředí patří CogniFit, CNS Vital Signs nebo Stroop test (Smith et al., 2017).

- Neuroimaging:

Neuroimagingové metody, jako je fMRI a EEG, umožňují přímé zkoumání mozkové aktivity během různých kognitivních úkolů. Tyto metody umožňují sledovat aktivity různých oblastí mozku, které jsou spojeny s různými kognitivními funkcemi, jako je paměť, pozornost a rozhodování (Wylie et al., 2019). Například studie provedené pomocí fMRI ukázaly, že paměťové úkoly aktivují hippocampus a frontální laloky mozku, zatímco pozornostové úkoly mohou aktivovat parietální a temporální laloky.

- Kognitivní simulátory:

Kognitivní simulátory jsou speciální počítačové programy, které umožňují sportovcům simulovat různé sportovní situace a testovat své kognitivní schopnosti. Tyto simulátory mohou zahrnovat různé úkoly a úkoly, jako je simulace závodního prostředí, reakce na různé podněty nebo plánování strategie. Použití kognitivních simulátorů umožňuje sportovcům trénovat své kognitivní schopnosti mimo skutečné sportovní prostředí a zlepšit tak svůj výkon.

- Observační metody:

Observační metody jsou často používány k posouzení kognitivních funkcí během skutečných sportovních událostí nebo tréninkových situací. Tato metoda zahrnuje pozorování chování sportovců a hodnocení jejich kognitivních reakcí a schopností v reálném čase (Blanchard et al., 2020).

- Virtuální realita:

Virtuální realita (VR) se stává stále populárnějším nástrojem pro testování kognitivních funkcí ve sportovním prostředí. Tato inovativní technologie nabízí mnoho výhod, které mohou být využity k objektivnímu a přesnému měření kognitivních schopností sportovců. Testování kognitivních funkcí pomocí VR může poskytnout důležité informace o schopnostech sportovce reagovat, rozhodovat a plánovat během zápasů nebo tréninků.

## 2.4 Virtuální realita

Virtuální realita je interaktivní technologie, která umožňuje uživatelům ponořit se do počítačem vytvořeného prostředí a prožívat ho jako by bylo skutečné. Uživatelé si mohou obvykle vytvořit a interagovat se simulovaným světem pomocí speciálních zařízení, jako jsou VR headsety, rukavice nebo ovladače.

VR prostředí mohou být vytvořena různými způsoby, včetně počítačové generované grafiky, 360° videí nebo kombinací obou. Pro dosažení co nejužšího zážitku může být použita technologie jako je sledování pohybu, prostorový zvuk a haptická zpětná vazba.

Jedním z podstatných prvků VR je pocit přítomnosti, který uživatelé zažívají, když se cítí, že jsou součástí virtuálního světa. Tento pocit je často dosažen díky vizuálním, auditivním a hmatovým stimulům, které jsou pečlivě navrženy tak, aby uživatele pohltily do virtuální reality. VR dokážeme rozdělit na tři hlavní stupně aktivní, pasivní a interaktivní. Všechny tři jsou aktivně využívány v mnoha aspektech lidského života.

- **Pasivní:** Do pasivní virtuální reality uživatel vstoupí sledováním filmu nebo četbou knihy. V pasivním prostředí nemůže uživatel nic ovlivnit, nic změnit.
- **Aktivní:** V aktivním prostředí má uživatel možnost ovládat vlastní pohyb, rozhodnout se, kam se vydá. Nemůže však prostředí formovat a zasahovat do něj.
- **Interaktivní:** V interaktivním prostředí může uživatel svět kolem sebe formovat, dotýkat se věcí, brát předměty do ruky a pracovat s nimi.

(Aukstakalnis, Blatner, 1994)

### **2.4.1 Využití virtuální reality**

Virtuální realita (VR) představuje revoluční technologii s širokým spektrem využití ve vzdělávání, tréninku a dalších oblastech lidské činnosti. V kontextu vzdělávání a tréninku se VR stává stále důležitějším nástrojem pro simulaci reálných situací, interaktivní učení a zlepšení výkonu.

Jednou z hlavních oblastí využití VR ve vzdělávání je simulace praktických dovedností a prostředí. Například lékařské fakulty využívají VR k simulaci chirurgických zákroků, což umožňuje studentům získat praktické zkušenosti a dovednosti ve virtuálním prostředí bez rizika pro pacienty. Podobně se VR využívá i ve vojenském výcviku k simulaci bojových situací a taktických cvičení, což přispívá k lepší přípravě vojáků na reálné bojové operace.

Celkově lze říct, že využití virtuální reality ve vzdělávání a tréninku má obrovský potenciál pro zlepšení výuky, získání praktických dovedností a optimalizaci výkonu. Tato technologie poskytuje uživatelům možnost získat realistické zkušenosti ve virtuálním prostředí a připravit se tak lépe na reálné prostředí.

### **2.4.2 Využití virtuální reality ve sportu**

VR se stává stále důležitějším nástrojem v oblasti sportu, a to nejen pro trénink, ale také pro analýzu výkonu a zlepšení zážitku diváků. Tato inovativní technologie nabízí řadu aplikací, které přinášejí sportovcům, trenérům a fanouškům nové možnosti pro zlepšení výkonu a zábavu.

Jedním z hlavních způsobů využití VR ve sportu je simulace tréninkových prostředí a herních situací. Virtuální reality headsety umožňují sportovcům trénovat ve virtuálním prostředí, které simuluje reálné sportovní arény a terény. Například tenisté mohou trénovat své údery na virtuálním tenisovém kurtu, zatímco basketbalisté mohou zdokonalovat své střelecké dovednosti na virtuálním basketbalovém hřišti.

Dalším využitím VR ve sportu je analýza výkonu a strategie. Virtuální prostředí umožňuje trenérům a analytikům sledovat a vyhodnocovat pohybové vzorce, techniku a taktiku sportovců pomocí 3D modelů a senzorů pohybu. Tato analýza poskytuje cenné zpětné vazby, které

pomáhají sportovcům identifikovat silné a slabé stránky svého výkonu a optimalizovat svou strategii.

VR ve sportovním prostředí může sloužit nejen jako tréninkový prostředek pro zlepšení sportovních dovedností, ale také se dá využít jako příjemné zpestření tréninkového procesu. Kdy se dá zařadit do tréninkového plánu pro lepší psychickou regeneraci sportovců. Jednak sportovec může využít prostředí VR jiného sportu bez rizika zranění, ale také i zapracovat na slabších dovednostech v oblasti své sportovní disciplíny.

### **2.4.3 Trénink ve virtuální realitě**

Využití VR v profesionálním sportu zaznamenává stále větší rozšíření, přičemž mnoho týmů a organizací hledá nové způsoby, jak tuto inovativní technologii využít k tréninku, analýze výkonu a zlepšení zážitku sportovců i fanoušků.

V National Football League (NFL) se vrství jako Philadelphia Eagles, Dallas Cowboys a New England Patriots rozhodli integrovat VR simulace do svých tréninkových režimů. Tato technologie umožňuje hráčům simulovat herní situace a taktické scénáře, což jim poskytuje příležitost porozumět strategii týmu a zlepšit svou reakci a rozhodování během zápasů.

Basketbalové týmy NBA, jako Los Angeles Lakers, Golden State Warriors a Cleveland Cavaliers, rovněž využívají VR k tréninku střeleckých dovedností a analýze hry. Díky VR simulacím mohou trenéři lépe porozumět pohybovým vzorcům hráčů a optimalizovat strategii týmu.

NHL týmy, jako Chicago Blackhawks, využívají VR k tréninku brankářů a simulaci hry. Tato technologie umožňuje brankářům lépe porozumět pohybu puků a zlepšit svou reakci v bráně.

VR neminulo ani Českou republiku, kdy se aktivně zapojil prvoligový hokejový tým Bílí Tygři Liberec. Zařadili trénink ve VR jak v hlavním A-týmu, tak i v mládežnických kategoriích. Dle komentářů v médiích se jedná o velmi úspěšný pokus a hovoří se o zařazení tréninku ve VR v dalších týmech nejvyšší hokejové soutěži v ČR.

#### 2.4.4 Testování ve virtuální realitě

Testování ve VR se dá využít ve všech sportech, většinou se testují kognitivní funkce, pro to není potřeba individuálně vyvinutý program na danou sportovní disciplínu, je možné použít např. tenisové prostředí pro testování zápasníku Jiu-jitsu, jedná se o nesespecifické cvičení, kdy se zkoumá rychlost reakce, orientace v prostoru, periferní vidění a koncentrace.

VR umožňuje vytvářet realistické simulace bojových situací, které přesně modelují pohyby a interakce mezi sportovci. Pro Jiu-Jitsu lze vytvořit simulace bojů na zemi s různými scénáři a taktikami. Tato simulace může zahrnovat různé techniky, jako jsou chvaty, škrčení, páky a umožňuje sportovcům praktikovat své dovednosti v bezpečném a kontrolovaném prostředí.

VR prostředí umožňuje sledovat fyziologické reakce sportovců během bojových simulací. Senzory pohybu a monitorovací zařízení mohou sbírat data o srdečním tepu, dechu a dalších fyziologických parametrech, což poskytuje informace o úrovni fyzického namáhání a zátěži. Tato data mohou být použita k hodnocení kondice sportovců a optimalizaci tréninkového programu.

Nedílnou součástí je i analytika výsledků, ať už se jedná o fyziologické ukazatele nebo o výsledky kognitivních testů. Dané výsledky ukazují sportovcům a trenérům jejich nedostatky.

### **3 FORMULACE PROBLÉMU**

O testování ve virtuální realitě zápasníků BJJ víme zatím velmi málo. Obecně je velmi problematické změřit a vyhodnotit úroveň kognitivních funkcí. Je tedy možné využívat VR jako prostředek pro testování a kognitivní trénink? Liší se úroveň kognitivních funkcí u dvou různých výkonnostních skupin zápasníků BJJ a má-li úroveň kognitivních funkcí vliv na sportovní výkon v BJJ?



## 4 VĚDECKÁ OTÁZKA, CÍLE PRÁCE, ÚKOLY PRÁCE A HYPOTÉZY

### 4.1 Vědecká otázka

Jaký vliv má úroveň kognitivních předpokladů na výkonnost v bojových sportech, konkrétně v BJJ, a jak se liší kognitivní funkce mezi profesionálními a poloprofesionálními zápasníky?

### 4.2 Cíle práce

1. Porovnat úroveň kognitivních předpokladů mezi profesionálními a poloprofesionálními zápasníky BJJ.
2. Zjistit, jak se liší kognitivní funkce mezi oběma skupinami zápasníků.
3. Identifikovat případné vztahy mezi kognitivními funkcemi a sportovní výkonností v BJJ.

### 4.3 Úkoly práce

Plán práce se skládá z následujících úkolů:

#### **a. sestavit testovací soubor kognitivních funkcí zahrnující různé oblasti kognitivního procesu**

Pro dosažení tohoto úkolu je nezbytné vybrat vhodné testy na VR, které adekvátně zastupují různé aspekty kognitivních funkcí. Každý test byl standardizován pro použití v rámci studie.

Při sestavování testovacího souboru je důležité zohlednit specifika a požadavky v BJJ.

### **b. výběr probandů k testování**

Probandi k testování budou vybráni na základě věku, výkonnosti a zkušenosti se sportem BJJ. Všichni jsou ve 4. fázi motorického učení. Jedná se o muže ve věkovém rozmezí 20-35 let.

### **c. definovat testovací manuál**

Každý z probandů bude seznám s prostředím a funkcí VR brýlí. Celkem se provádělo 5 testů. U každého z testů provede každý proband jeden cvičný pokus pro pochopení a vyzkoušení testu a dva měřené pokusy, celkem tedy tři pokusy.

### **d. provést testování obou skupin zápasníků BJJ za identických podmínek**

Testování bude prováděno v laboratoři s VR brýlemi. Testování bude probíhat v tenisovém softwaru (prostředí), to ale nijak neovlivní specifickou testů pro testované skupiny.

### **e. analýza a vyhodnocení výsledků**

dopsat na základě statistické analýzy porovnání dvou souborů a shlukové analýzy

## **4.4 Hypotézy**

1. Existuje statisticky významný rozdíl v úrovni kognitivních předpokladů mezi profesionálními a poloprofesionálními zápasníky BJJ?
2. Profesionální zápasníci budou vykazovat vyšší úroveň kognitivních funkcí (rychlost reakce, periferní vidění, orientace v prostoru,...) v porovnání s poloprofesionálními zápasníky.
3. Bude existovat pozitivní korelace mezi vyššími kognitivními funkcemi a sportovní výkonností. Přičemž zápasníci s lepšími kognitivními schopnostmi budou dosahovat lepších výsledků v soutěžích a zápasech.

## 5 METODOLOGIE

Struktura dané práce je teoreticko-empirického charakteru. Jedná se o průřezovou studii. Testování probíhalo v laboratoři v budově Univerzity Karlovy Fakulty tělesné výchovy a sportu (FTVS) v laboratoři virtuální reality SENSE aréně. Na výzkum dohlížel hlavní řešitel práce spolu s vedoucím dané práce. Výzkumu podstoupilo celkem 10 probandů, kteří byli rozděleni do dvou výkonnostních skupin. Každý z probandů přečetl a vyplnil informovaný souhlas schválený Etickou komisí.

Výzkum probíhal v následujících krocích:

1. Výběr vhodných probandů.
2. Seznámení probandů s VR a výzkumem.
3. Podepsání informovaného souhlasu.
4. Zkušební pokusy.
5. Měřené testování.
6. Sledování a dopomoc probandům v případě nejasností.

### 5.1 Design výzkumu

Každý proband byl nejdříve poučen o bezpečnosti. Všichni byli seznámeni s prostředím VR. Všichni z probandů už zkušenosti s VR měli. Každý proband byl nejdříve slovně a poté i prakticky seznámen s obsahem testování a ovládání programu. Před začátkem byl ponechán prostor pro seznámení a zorientování probandů ve virtuálním prostředí. Testování obsahovalo 5 různých kognitivních testů v tenisovém prostředí. Každý proband podstoupil každý test tři krát. Pouze druhý a třetí pokusy byly započítány do výzkumu. První byl jako zkušební. Před každým z testů probandovi byla vysvětlena náplň a principy daného testu a puštěno instruktážní video. Test nikdy nebyl spuštěn, dokud ho proband zcela nepochopí a nepotvrdí, že je připravený. Pauza mezi kognitivními testy byla individuální, vždy byla možnost odpočinku či občerstvení vodou. Ve většině případů probandí odpočívali pouze po jednom absolvování všech 5 testů. Interval odpočinku byl přibližně 3 minuty. V případě nejasností se proband vždy mohl obrátit za hlavním řešitelem práce a požádat o pomoc nebo radu.

## 5.2 Použité metody

Výzkum probíhal v prostředí Sense arény, což je inovativní platforma pro virtuální realitu (VR), navržená k interaktivním zážitkům a tréninku v různých oblastech, včetně sportu a zábavy. Sense aréna poskytuje uživatelům možnost účasti ve skutečně pohlcujících virtuálních světech pomocí VR brýlí.

Sense aréna je speciálně navržena tak, aby poskytovala uživatelům prostor pro pohybové aktivity a interakci s virtuálním prostředím. Areál je vybaven technologiemi sledování pohybu a detekce gest, které umožňují uživatelům reagovat na prostředí kolem nich pomocí gest a pohybů těla.

Prostředí Sense arény je dynamické a flexibilní, což umožňuje vytvářet různé scénáře a situace pro trénink a zábavu. Od realistických simulací sportovních utkání a cvičení po virtuální prostředí pro dobrodružství a vzdělávání, Sense aréna poskytuje širokou škálu zážitků pro uživatele různých věkových kategorií a zájmů.

V rámci výzkumu byly použity VR Meta Quest 2 brýle, které patří mezi špičkové zařízení pro virtuální realitu. Tyto brýle poskytují vysoké rozlišení obrazu a široké pole zorného pole, což umožňuje uživatelům ponořit se do virtuálního světa s vysokou mírou realismu.

Meta Quest 2 brýle jsou vybaveny senzory sledujícími pohyb, které detekují pohyby hlavy a těla uživatele, což umožňuje plynulou a přirozenou interakci s virtuálním prostředím. Kromě toho jsou brýle dodávány s ovladači, které umožňují uživatelům manipulovat s virtuálními objekty a prostředím.

Testování probíhalo v tenisové verzi ATP Sense aréna. Z důvodů nspecifičnosti testování na konkrétní sport kognitivních funkcí, se dalo využít dané prostředí.

### 5.3 Výzkumný soubor

Ve výzkumu se zúčastnilo 10 probandů, jedná se pouze o muže ve věku od 18 do 35 let. Všichni probandi musí pravidelně trénovat BJJ a podstoupit výzkum bez jakéhokoliv zranění.

První skupina profesionálů musel splňovat tyto podmínky:

- Věkové rozmezí 25 až 35 let.
- Zkušenosti s BJJ minimálně 10 let.
- Profesionální status (hnědý, černý pásek) a pravidelná účast v soutěžích.
- Ochota spolupracovat.

Druhá skupina poloprofesionálů musel splňovat tyto podmínky:

- Věkové rozmezí 18 až 24 let.
- Zkušenosti s BJJ minimálně 4 roky.
- Dosažený modrý nebo fialový pásek a pravidelná účast v soutěžích.
- Ochota spolupracovat.

### 5.4 Statistické vyhodnocení

Ve výzkumu bude hodnoceno 5 hlavních testů, každý test obsahuje 2 až 4 dílčí proměnné. Celkový počet dílčích proměnných je 14. Detaily proměnných jsou více detailně popsány v kapitole 5.5 Definice proměnných.

U obou skupin bude provedena deskriptivní statistika:

- aritmetický průměrný výsledek skupiny
- směrodatná odchylka

Výsledky jsou vyjádřeny v percentilech a milisekundách (viz. kapitola 5.5 definice proměnných).

Každá proměnná podlehla srovnání se stejnou proměnnou druhé testovací skupiny. Ke srovnání byl použit nepárový Mann-Whitneyův test. Jedná se o neparametrický test, kterým se porovnávají dva soubory. Daný test byl zvolen z důvodu nízkého počtu probandů v daném výzkumu. Výhodou daného testu je, že není nutné znát rozdělení provděpodobností výzkumného souboru. Kritická hodnota daného testu:  $\alpha = 0,05$ . Tedy pokud výsledek Mann-Whitneyho testu je nižší nebo stejný než kritická hodnota jedná se tedy o rozdíl mezi testovacími skupinami, pokud ale výsledek bude vyšší než kritická hodnota ( $> \alpha = 0,05$ ), jedná se o výsledky bez rozdílu.

Dále k porovnání jednotlivých výsledků testů mezi skupinami byl použit opět Mann-Whitney test. Z důvodu různých hodnot (% ,ms) proměnných v každém testu, byly použity Z-body.

Údaje byly zpracovány s využitím Microsoft Excel a IBM SPSS Statistics.

## 5.5 Definice proměnných<sup>1</sup>

Na základě konzultací s vedoucím práce, literární rešerše a možnostech Sense arény byly stanoveny proměnné. Každý z pěti testů obsahuje 2 až 3 proměnné.

1. Test Multiple objects (více objektů) obsahuje tyto proměnné:

- **Reaction time (reakční doba)**  
Uvádí se v ms a jedná se o průměrnou dobu reakce při cvičení.
- **AVG time to correct decision (průměrná doba na správné rozhodnutí)**  
Uvádí se v % a jedná se o jak dlouho trvá přijetí správného rozhodnutí.

---

<sup>1</sup> U názvu testů byly použity originální názvy v anglickém jazyce. V závorce jsou autorem přeloženy do českého jazyka z důvodu, že program Sense aréna neposkytuje překlad testů do českého jazyka.

Multiple objects test nám ukazuje schopnost zápasníků BJJ vnímat a reagovat navíc podnětů zároveň. Například v soutěžním zápase či tréninku, kdy zápasník musí sledovat svého soupeře a vnímat jeho slabé stránky či nedostatky a na ně zaútočit nebo také minimalizovat poskytnutí možnosti útočné fáze soupeři na sebe.

2. Test Easy moving target (snadno pohyblivý cíl) obsahuje tyto proměnné:

- **Caught balls (chycené míčky)**

Uvádí se % chycených míčků.

- **Release time (doba do reakce)**

Uvádí se v ms.

Easy moving target má úzkou souvislost s rychlostí na sledovaný podnět. Důležitost tohoto typu reakcí lze vidět při provádění technik v BJJ, kde je často nutné rychle reagovat na pohyby soupeře a najít příležitosti k provedení techniky. Schopnost přizpůsobit se rychle měnícím se situacím může být rozdílem mezi úspěchem a neúspěchem v boji.

3. Test Reflex with action (reflex s akcí) obsahuje tyto proměnné:

- **Median reaction time (průměrná reakční doba)**

Uvádí se v ms a jedná se o dobu od podnětu do prvního pohybu.

- **Correct attempts (správné pokusy)**

Uvádí se v % a jedná se o schopnost sledovat více objektů a podle toho jednat.

- **Covered game field (krytá herní plocha)**

Uvádí se v % a jedná se o schopnost mít v zorném poli maximum objektů.

- **Median motor time (průměr motorického času)**

Uvádí se v ms a jedná se o dobu od přijetí do uvolnění míče.

Reflex with action test má opět velkou spojitost s reakcí. Zde se jedná spíš o protitechniky. Protitechnika může být pouze správné zaujmutí pozice nebo postavení v prostoru, do toho se nám vkládá i orientace v prostoru, kterou z daného testu odvodíme.

4. Test Synchro reflex (synchronní reflex) obsahuje tyto proměnné:

- **Median reaction time (průměrná reakční doba)**

Uvádí se v ms a jedná se o dobu od podnětu do prvního pohybu.

- **Successful tasks (úspěšně splněné úkoly)**

Uvádí se v % a jedná se o rozpoznání detailního prvku pro efektivní hru.

- **Median motor time (průměr motorického času)**

Uvádí se v ms a jedná se o dobu od přijetí do uvolnění míče.

Synchro reflex test těsně souvisí se spojením pohybu a koordinace horních končetin a dolních. V BJJ se často zápasníci dostávají do složitých pozic a tam se rozhoduje o vítězství. Při použití pouze horních nebo dolních končetin šance k úspěchu mnohem klesá.

5. Test Coach's drop obsahuje tyto proměnné:

- **Efficiency (efektivita)**

% správných rozhodnutí z celkového počtu pokusů.

- **Concentration (koncentrace)**

Uvádí se v % a jedná se o počet po sobě jdoucích správných rozhodnutí.

- **Reaction time (reakční doba)**

Uvádí se v ms a jedná se o průměrnou dobu reakce při cvičení.

Coach's drop test ve spojitosti s BJJ souvisí nejvíce s koncentrací na jeden podnět. Jedná se o schopnost úplně izolovat vnější podněty (fanoušky) a být maximálně koncentrovaný na průběh boje.



## 6 VÝSLEDKY

K zaznamenání výsledků byla ke každé proměnné vytvořena tabulka s těmito údaji:

- Aritmetický průměr skupiny
- Směrodatná odchylka (SD)
- Kritická hodnota Mann-Whitneyho testu

### Multiple objects

V tabulce 1 jsou uvedeny výsledky z prvního testu Multiple objects (více objektů) test a jeho dvě proměnné Reaction time (rychlost reakce) a AVG time to correct decision (průměrná doba na správné rozhodnutí). Pro srovnání rychlosti reakce mezi oběma skupinami byl použit Mann-Whitneyho test. Vzhledem k tomu, že  $p$  hodnota je menší než standardní hladina významnosti 0,05, máme statistický důkaz pro rozdíl v reakčním čase mezi profesionálními a poloprofesionálními zápasníky. Tento výsledek naznačuje, že pravděpodobnost, že bychom dostali takový nebo extrémnější výsledek, pokud by neexistoval žádný rozdíl mezi skupinami, je menší než 5 %. Analýza reakčního času mezi profesionálními a poloprofesionálními zápasníky odhalila zajímavé rozdíly v jejich výkonnosti. Profesionální zápasníci vykazují vyšší aritmetický průměr reakčního času (2801,2 ms) ve srovnání s poloprofesionálními zápasníky (1690,48 ms). Tento rozdíl naznačuje, že profesionální zápasníci mají tendenci mít delší reakční časy. Může to být z důvodu vyššího průměrného věku skupiny a už pomalejší reakce na podněty.

Kromě toho, směrodatná odchylka reakčního času je vyšší u profesionálních zápasníků (1690,48) než u poloprofesionálních zápasníků (254,02). Tato vyšší proměnlivost reakčního času u profesionálních zápasníků je z důvodu, že se jednomu probandovi test nepovedl a tak to mělo velký vliv na zbytek skupiny.

Ve srovnání AVG time to correct decision (průměrná doba na správné rozhodnutí) mezi oběma skupinami byl použit Mann-Whitneyho test. Vzhledem k tomu, že  $p$ -hodnota je také menší než standardní hladina významnosti 0,05, tedy máme dostatečné důkazy na to, abychom zamítli hypotézu. To naznačuje, že existuje statisticky významný rozdíl v průměrné době do korektního rozhodnutí mezi profesionálními a poloprofesionálními zápasníky. Profesionální zápasníci vykazují výrazně nižší aritmetický průměr průměrné doby do korektního rozhodnutí (68,94 ms) ve srovnání s poloprofesionálními zápasníky (228,88 ms).

Tento rozdíl v průměrné době do korektního rozhodnutí naznačuje, že profesionální zápasníci mají tendenci vyhodnocovat správně rychleji než poloprofesionálové. Svědčí to o velké chybovosti poloprofesionálů, která do daného testu nebyl započtena.

Profesionální zápasníci mají nižší směrodatnou odchylku počtu chycených míčů (15,81) ve srovnání s poloprofesionálními zápasníky (54,82). Tento rozdíl ukazuje na mnohem vyšší konzistentnost profesionálních zápasníků.

Tabulka 1- Výsledky Multiple objects testu (vlastní zpracování, 2024)

Reaction time (ms)	Profesionální zápasníci	Poloprofesionální zápasníci
aritmetický průměr	2801,2	1690,48
SD	1690,48	254,02
Mann-Whitney test	0,047*	
AVG time to correct decision (ms)	Profesionální zápasníci	Poloprofesionální zápasníci
aritmetický průměr	68,94	228,88
SD	15,81	54,84
Mann-Whitney test	0,025*	

\*statisticky významná hodnota

### Easy moving target

Druhý test Easy moving target (Snadno pohyblivý cíl) jehož výsledky jsou uvedené v (tabulce 2), nám uvádí % Caught balls (úspěšnosti chycených míčků) z celkového počtu pokusů. Po srovnání počtu chycených míčů mezi oběma skupinami s využitím Mann-Whitneyho testu. Vzhledem k tomu, že p-hodnota je menší než standardní hladina významnosti 0,05, máme statisticky významné důkazy pro rozdíl v počtu chycených míčů mezi profesionálními a poloprofesionálními zápasníky.

Zamítáme tedy hypotézu u všech porměnných. Profesionální zápasníci vykazují vyšší aritmetický průměr počtu chycených míčů (49,2 %) ve srovnání s poloprofesionálními zápasníky (38,33 %).

Profesionální zápasníci mají mnohem nižší směrodatnou odchylku počtu chycených míčů (6,12) ve srovnání s poloprofesionálními zápasníky (54,82). Tento rozdíl ukazuje na mnohem vyšší konzistentnost profesionálních zápasníků.

Druhá proměnná Release time (doba do reakce) ukazuje hodnotu p Mann-Whitneyho testu je vyšší (0,085) než standardní hladina významnosti 0,05.

Aritmetický průměr času uvolnění u profesionálních zápasníků je vyšší (767,24 ms) než u poloprofesionálních zápasníků (749,27ms).

Směrodatná odchylka času uvolnění u profesionálních zápasníků je nižší (259,86<269,66) než u poloprofesionálních zápasníků, což opět naznačuje, že profesionální zápasníci mají tendenci mít konzistentnější výkony.

Tabulka 2- Výsledky Easy moving target textu (vlastní zpracování, 2024)

Caught balls (%)	Profesionální zápasníci	Poloprofesionální zápasníci
aritmetický průměr	49,2	38,33
SD	6,12	54,82
Mann-Whitney test	0,047*	
Release time (ms)	Profesionální zápasníci	Poloprofesionální zápasníci
aritmetický průměr	767,24	749,27
SD	259,86	269,66
Mann-Whitney test	0,285	

\*statisticky významná hodnota

### Reflex w action

Třetí test (tabulka 3) obsahuje až 4 proměnné a je nejpočetnější v daném výzkumu.

V první proměnné Median reaction time (průměrná reakční doba). Profesionální zápasníci vykazují aritmetický průměr reakčního času (232,2 ms), což je nižší než u poloprofesionálních zápasníků (282,86 ms). Tento trend je podpořen i směrodatnou odchylkou, která je u profesionálních zápasníků menší (18,35) ve srovnání s poloprofesionálními zápasníky (72,25), což opět svědčí o vyšší konzistenci v reakčním čase mezi profesionálními zápasníky.

Hodnota  $p$  Mann-Whitneyho testu, použitého k porovnání reakčního času mezi skupinami. Hodnota není dostatečně nízká na to, aby bylo možné jednoznačně tvrdit, že existuje statisticky významný rozdíl mezi profesionálními a poloprofesionálními zápasníky z hlediska reakčního času.

U druhé proměnné Correct attempts (správné pokusy) průměrná úspěšnost správných pokusů byla u profesionálních zápasníků 98 %, zatímco u poloprofesionálních zápasníků činila 95,59 %. Dále, směrodatná odchylka úspěšnosti správných odpovědí byla nižší u profesionálních zápasníků (2,23) ve srovnání s poloprofesionálními zápasníky (3,37).

Výsledek Mann-Whitneyho testu pro porovnání úspěšnosti správných odpovědí mezi skupinami není dostatečně nízký na to, aby bylo možné jednoznačně tvrdit, že existuje statisticky významný rozdíl.

Třetí proměnná Covered game field (krytá herní plocha). Průměrné pokrytí herního pole u profesionálních zápasníků činilo 29,8 %, zatímco u poloprofesionálních zápasníků to bylo 28,69 %. Tento rozdíl mezi průměry obou skupin je poměrně malý.

Směrodatná odchylka pokrytí herního pole je nižší u profesionálních zápasníků (5,29) ve srovnání s poloprofesionálními zápasníky (5,78), což naznačuje menší variabilitu v pokrytí herního pole u profesionálních zápasníků.

Výsledek Mann-Whitneyho testu pro porovnání pokrytí herního pole mezi skupinami není dostatečně nízký na to, aby bylo možné jednoznačně tvrdit, že existuje statisticky významný rozdíl v pokrytí herního pole mezi profesionálními a poloprofesionálními zápasníky.

Poslední proměnná Median motor time (průměr motorického času) u profesionálních zápasníků činí 960,41 ms, zatímco u poloprofesionálních zápasníků dosahuje hodnoty 1047,49 ms.

Dále, směrodatná odchylka doby motorické reakce je vyšší u profesionálních zápasníků (271,98) ve srovnání s poloprofesionálními zápasníky (154,22). To naznačuje větší variabilitu v době motorické reakce u profesionálních zápasníků.

Výsledek Mann-Whitneyho testu pro porovnání doby motorického času mezi skupinami byl vyšší než standardní hladina významnosti 0,05, tím nemáme možnost zmítnout hypotézu.

Tabulka 3- Výsledky Rexlex w action testu (vlastní zpracování, 2024)

Covered game field (%)	Profesionální zápasníci	Poloprofesionální zápasníci
aritmetický průměr	29,8	28,69
SD	5,29	5,78
Mann-Whitney test	0,689	
Median motor time (ms)	Profesionální zápasníci	Poloprofesionální zápasníci
aritmetický průměr	960,41	1047,49
SD	271,98	154,22
Mann-Whitney test	0,371	
Median reaction time (ms)	Profesionální zápasníci	Poloprofesionální zápasníci
aritmetický průměr	232,2	282,86
SD	18,35	72,25
Mann-Whitney test	0,169	
Correct attempts (%)	Profesionální zápasníci	Poloprofesionální zápasníci
aritmetický průměr	98	95,59
SD	2,23	3,37
Mann-Whitney test	0,332	

## Synchro reflex

Čtvrtý test (tabulka 4) obsahuje 3 proměnné, 2 se opakují z předešlých testů. V první testované proměnné Median reaction time (průměrná reakční doba). Průměrná doba reakce profesionálních zápasníků je 417,94 ms, zatímco u poloprofesionálních zápasníků je to 395,89 ms. Zde poloprofesionální skupina prokázala lepší výsledek.

Rovněž jsme zjistili, že rozptyl doby reakce je u poloprofesionálních zápasníků vyšší (38,91 ms) ve srovnání s profesionálními zápasníky (26,59 ms). To ukazuje na větší rozmanitost v době reakce u poloprofesionálních zápasníků.

Hodnota p Mann-Whitneyho testu, kterým jsme porovnali doby reakce mezi skupinami. Tato hodnota p je vyšší než běžně používaná hladina významnosti 0,05, nemáme tedy dostatečné důkazy k tomu, abychom zamítli hypotézu.

Druhá proměnná Successful tasks (úspěšně splněné úkoly) se uvádí v %. Zde můžeme pozorovat, že profesionální sportovci překonali druhou skupinu s rozdílem 1,9%. Průměrná úspěšnost splněných úkolů dosáhla u profesionálních zápasníků hodnoty 92,3 %, zatímco u poloprofesionálních zápasníků činila 90,4 %. Tento rozdíl opět ukazuje, že profesionální zápasníci vykazují vyšší úspěšnost splněných úkolů ve srovnání s poloprofesionálními zápasníky. Může to souviset s lepším zvládnutím stresu nebo celkovými zkušenostmi.

Také bylo zjištěno, že rozptyl úspěšnosti splněných úkolů je u poloprofesionálních zápasníků vyšší (6,61) ve srovnání s profesionálními zápasníky (5,66). Opět to mluví o vyšší konzistentnosti profesionálů.

Hodnota p Mann-Whitneyho testu, kterým jsme porovnali úspěšnost splněných úkolů mezi skupinami, není dostatečně nízká na to, abychom mohli odmítnout hypotézu o absenci statisticky významného rozdílu.

Třetí a poslední proměnná Median motor time (průměr motorického času). Průměrná doba motorické reakce u profesionálních zápasníků činila 602,12 ms, zatímco u poloprofesionálních zápasníků to bylo 502,6 ms. Zde se výsledek minulého testu nepotvrzuje.

Dále jsme zjistili, že rozptyl doby motorické reakce je u poloprofesionálních zápasníků výrazně vyšší (749,49) ve srovnání s profesionálními zápasníky (145,86). Tento rozdíl výrazně naznačuje, že u poloprofesionálních zápasníků existuje větší rozmanitost ve době motorického pohybu. Hodnota p Mann-Whitneyho testu, kterým jsme porovnali dobu motorické reakce mezi skupinami, není dostatečně nízká na to, abychom mohli odmítnout hypotézu.

Tabulka 4- Výsledky synchro reflex testu (vlastní zpracování, 2024)

Median reaction time (ms)	Profesionální zápasníci	Poloprofesionální zápasníci
aritmetický průměr	417,94	395,89
SD	26,59	38,91
Mann-Whitney test	0,347	
Succesful tasks (%)	Profesionální zápasníci	Poloprofesionální zápasníci
aritmetický průměr	92,3	90,4
SD	5,66	6,61
Mann-Whitney test	0,554	
Median motor time (ms)	Profesionální zápasníci	Poloprofesionální zápasníci
aritmetický průměr	602,12	502,6
SD	145,86	749,49
Mann-Whitney test	0,093	

## Coach's drop

Pátý Coach's drop test (tabulka 5) zkoumal 3 proměnné. První z nich Efficiency (efektivita) se uvádí v %. Průměrná efektivita u profesionálních zápasníků dosáhla hodnoty 89,77 %, zatímco u poloprofesionálních zápasníků činila 79,26 %. Tento rozdíl naznačuje, že profesionální zápasníci vykazují vyšší úroveň efektivit ve srovnání s poloprofesionálními zápasníky o 10,51%.

To potvrzuje i další zjištění, rozptyl efektivit je u poloprofesionálních zápasníků vyšší (10,01) ve srovnání s profesionálními zápasníky (6,89).

Hodnota  $p$  Mann-Whitneyho testu, kterým jsme porovnali efektivitu mezi skupinami. Tato hodnota  $p$  není dostatečně nízká na to, abychom mohli odmítnout hypotézu o absenci statisticky významného rozdílu

Druhá proměnná Concentration (koncentrace) se opět uvádí v %. Průměrná koncentrace u profesionálních zápasníků činila 66,06 %, zatímco u poloprofesionálních zápasníků to bylo pouze 16,29 %. Tento významný rozdíl naznačuje, že profesionální zápasníci vykazují výrazně vyšší úroveň koncentrace než poloprofesionální zápasníci.

Rozptyl koncentrace je u profesionálních zápasníků výrazně vyšší (48,83) ve srovnání s poloprofesionálními zápasníky (18,07).

Hodnota  $p$  Mann-Whitneyho testu, kterým jsme porovnali koncentraci mezi skupinami, tato hodnota je nižší než kritická, tedy máme dostatečné důkazy na to, abychom zamítli hypotézu.

Třetí, opakující se proměnná Reaction time (reakční doba). Průměrná doba reakce u profesionálních zápasníků činila 315,3 ms, zatímco u poloprofesionálních zápasníků dosáhla hodnoty 322,9 ms.

Dále jsme zaznamenali, že rozptyl doby reakce u profesionálních zápasníků je vyšší (16,64) ve srovnání s poloprofesionálními zápasníky (6,73).

Hodnota  $p$  Mann-Whitneyho testu, kterým byla porovnána doba reakce mezi skupinami. Tato hodnota  $p$  je vyšší než běžně používaná hladina významnosti 0,05, což nám nedává dostatečné důkazy k tomu, abychom zamítli hypotézu o absenci statisticky významného rozdílu mezi skupinami ve sledované proměnné.



Tabulka 5- Výsledky Coach's drop testu (vlastní zpracování, 2024)

Efficiency (%)	Profesionální zápasníci	Poloprofesionální zápasníci
aritmetický průměr	89,77	79,26
SD	6,89	10,01
Mann-Whitney test	0,236	
Concentration (%)	Profesionální zápasníci	Poloprofesionální zápasníci
aritmetický průměr	66,06	16,29
SD	48,83	18,07
Mann-Whitney test	0,036*	
Reaction time (ms)	Profesionální zápasníci	Poloprofesionální zápasníci
aritmetický průměr	315,3	322,9
SD	16,64	6,73
Mann-Whitney test	0,288	

\*statisticky významná hodnota

V tabulce č. 6 s využitím Z bodů jsme byli schopni interpretovat výsledky proměnných (ms, %) a poté porovnat dvě skupiny již c celkovými výsledky testů. Tedy byly hrubé skóry převedeny na standarizované skóry. Můžeme pozorovat pouze jeden statisticky významný rozdíl mezi skupinami. Jediný Multiple objects test, měří schopnost zápasníků BJJ vnímat a reagovat na více podnětů zároveň. P-hodnota 0,036 naznačuje, že rozdíly ve výkonu mezi skupinami jsou statisticky významné na hladině významnosti 0,05. To znamená, že schopnost sledovat a reagovat na více objektů současně se mezi skupinami liší

Easy moving target test úzce souvisí s rychlostí reakce na sledovaný podnět. V BJJ je důležitost tohoto typu reakcí vidět při provádění technik, kde je často nutné rychle reagovat na pohyby soupeře a najít příležitosti k provedení techniky. P-hodnota 0,086 naznačuje, že i když rozdíly nejsou statisticky významné na hladině významnosti 0,05, jsou bližší hranici významnosti než u ostatních testů, což může naznačovat určité rozdíly ve schopnostech mezi skupinami.

Reflex w action test měří rychlost reakce a schopnost rychle provádět akce, což má velkou spojitost s prováděním protitechnik.

Protitechnika může být například správné zaujmutí pozice nebo postavení v prostoru, což zahrnuje i orientaci v prostoru. P-hodnota 0,249 rovněž ukazuje, že rozdíly ve výkonu v tomto testu nejsou statisticky významné, což znamená, že rychlost reakce a schopnost rychle provádět akce jsou podobné u obou skupin.


Synchro reflex test těsně souvisí se spojením pohybu a koordinace horních a dolních končetin. V BJJ se často zápasníci dostávají do složitých pozic, kde je rozhodující schopnost synchronizovat pohyby celého těla. P-hodnota 0,284 ukazuje na statisticky nevýznamné rozdíly ve výkonu mezi skupinami, což naznačuje, že schopnost synchronizovat reflexy je podobná u obou skupin.


Coach's drop test souvisí nejvíce s koncentrací na jeden podnět. Schopnost izolovat vnější podněty, jako jsou fanoušci, a být maximálně koncentrovaný na průběh boje je v BJJ klíčová. P-hodnota 0,183 naznačuje, že rozdíly ve výkonu v tomto testu nejsou statisticky významné, což znamená, že schopnost rychle reagovat na neočekávané podněty je podobná u obou skupin.

Tabulka 6- Celkové výsledky testování (vlastní zpracování, 2024)

Test	Mann-Whitney test (p hodnota)	Z body	Z body
Multiple objects	0,036*	0,128	0,064
Easy moving target	0,086	0,246	0,325
Reflex W action	0,249	0,188	0,213
Synchro reflex	0,284	0,89	0,812
Coach's drop	0,183	0,682	0,579

\*statisticky významná hodnota

 Z body profesionálních zápasníků

 Z body poloprofesionálních zápasníků

## 7 DISKUZE

Naše studie měla za cíl zjistit vliv úrovně kognitivních funkcí na výkonnost v bojových sportech, konkrétně v brazilském jiu-jitsu (BJJ). Výsledky ukázaly, že profesionální zápasníci dosahují vyšší úrovně ve většině kognitivních testech. Tento rozdíl by mohl být způsoben vyšším počtem tréninkových hodin a zkušeností, které mají profesionální sportovci oproti svým poloprofesionálním protějškům.

Podobně Belleville a kol. (2011) zjistili, že trénink kognitivních funkcí může vést k významným změnám v mozkové struktuře a funkci, což podporuje teorii neuroplasticity. Neuroplasticita tvrdí, že mozek se může přizpůsobovat a měnit svou strukturu a funkci v reakci na opakovaný trénink a zkušenosti (Draganski a May, 2008).

Další studie, jako například výzkum od Gonzáleze et al., (2018), ukázaly, že pravidelný trénink specifických reakcí může výrazně zlepšit rychlost reakce, což je důležitá schopnost v bojových sportech, kde rychlá a efektivní odpověď na pohyby soupeře může rozhodnout o výsledku zápasu.

Konkretizujeme-li naše výsledky, zjistili jsme, že profesionální zápasníci byli ze 14ti celkových proměnných lepší než druhá poloprofesionální skupina v 10 z nich.

Jedním z možných vysvětlení pro rozdíly v kognitivních funkcích mezi profesionálními a poloprofesionálními zápasníky je rozdílný přístup k tréninku. Profesionální zápasníci pravděpodobně tráví více času nejen fyzickým tréninkem, ale i mentálním tréninkem, což zahrnuje techniky jako vizualizace, meditace a specifická kognitivní cvičení.

Například techniky vizualizace a mentálního tréninku, které jsou často využívány profesionálními sportovci, mohou přispět ke zlepšení kognitivních funkcí. Studie ukazují, že vizualizace může zlepšit motorické dovednosti a reakční časy, protože umožňuje sportovcům mentálně trénovat a připravovat se na různé situace, které mohou nastat během zápasu (Smith, 2020).

Naše zjištění mají důležité důsledky pro tréninkové programy v bojových sportech. Implementace kognitivního tréninku do pravidelných tréninkových rutin by mohla vést ke zlepšení výkonnosti sportovců. Tréninkové programy by měly zahrnovat nejen tělesné cvičení, ale také cvičení zaměřená na zlepšení reakčních časů, rozhodovacích schopností a dalších kognitivních funkcí.

Jedním z omezení naší studie je relativně malý vzorek účastníků, který zahrnoval pouze 10 zápasníků. Tento malý počet může omezovat generalizovatelnost našich výsledků na širší populaci zápasníků BJJ. Budoucí studie by měly zahrnovat větší a různorodější vzorky, aby poskytly robustnější závěry.

Dalším omezením je použití virtuální reality (VR) jako prostředku pro testování kognitivních funkcí. Ačkoli VR poskytuje kontrolované prostředí pro testování, nemusí plně odrážet složitost a dynamiku reálných zápasů. Přestože jsme se snažili co nejvíce přiblížit reálným podmínkám, některé aspekty skutečných zápasů mohou chybět.

Naším očekáváním bylo, že profesionální zápasníci budou mít kratší reakční časy díky své vyšší úrovni tréninku a zkušenostem. Nicméně, výsledky ukázaly, že profesionální zápasníci měli delší reakční časy ve srovnání s poloprofesionálními zápasníky. Toto zjištění může být vysvětleno vyšším průměrným věkem profesionálních zápasníků, což může přirozeně vést k delším reakcím na podněty. Další možné vysvětlení je, že profesionální sportovci mohou strategicky více přemýšlet a pečlivěji analyzovat situace, což vede k delšímu času na rozhodování.

Dalším překvapivým zjištěním je, že poloprofesionální zápasníci vykázali vyšší rozptyl v době motorické reakce ve srovnání s profesionálními zápasníky. To naznačuje, že i když mají poloprofesionální zápasníci kratší reakční časy, jejich výkony jsou méně konzistentní. Tento větší rozptyl může být důsledkem méně strukturovaného a pravidelného tréninku u poloprofesionálních sportovců, což vede k větší variabilitě v jejich výkonech.

Výsledky studie mohou pomoci identifikovat specifické oblasti, ve kterých mohou sportovci zlepšit své kognitivní funkce. Například, delší reakční časy u profesionálních zápasníků naznačují, že i na této úrovni je prostor pro zlepšení v rychlosti rozhodování. Trenéři mohou využít tyto informace k vytvoření cílených tréninkových plánů, které se zaměří na zlepšení rychlosti reakce a přesnosti rozhodování.

Studie také poskytuje základ pro další výzkum v této oblasti. Doporučujeme rozšířit vzorek účastníků, aby se zvýšila generalizovatelnost výsledků, a zahrnout dlouhodobé studie sledující změny v kognitivních funkcích a výkonnosti sportovců během delšího časového období. Různé metodiky kognitivního tréninku by měly být testovány, aby se zjistilo, které metody jsou nejúčinnější. Zahrnutí psychologických aspektů, jako je stres a úzkost, a jejich vliv na kognitivní funkce a sportovní výkonnost by také poskytlo širší pohled na faktory ovlivňující výkon sportovců.

## 8 ZÁVĚR

Naše studie se zaměřila na zkoumání vlivu kognitivních funkcí na výkonnost v bojových sportech, konkrétně v brazilském jiu-jitsu (BJJ). Hlavním cílem bylo porovnat kognitivní schopnosti profesionálních a poloprofesionálních zápasníků a zjistit, jakým způsobem tyto schopnosti ovlivňují jejich sportovní výkony. Výsledky naší studie přinesly několik důležitých poznatků, které mají praktické i teoretické důsledky.

Hypotézu č.1 jsme přijali. Naše výsledky ukázaly, že existuje statisticky významný rozdíl v úrovni kognitivních funkcí mezi profesionálními a poloprofesionálními zápasníky. Profesionální zápasníci dosáhli lepších výsledků v testech na správné rozhodování a vykazovali nižší variabilitu v motorických reakcích.

Hypotézu č.2 jsme částečně přijali. Profesionální zápasníci vykazovali vyšší úroveň kognitivních funkcí ve schopnosti správného rozhodování a v nižší variabilitě motorických reakcí. Překvapivě však měli delší reakční časy ve srovnání s poloprofesionálními zápasníky.

Hypotézu č.3 jsme také přijali. Naše výsledky ukázaly, že lepší kognitivní schopnosti, zejména v oblasti správného rozhodování a nižší variability motorických reakcí, jsou spojeny s lepší sportovní výkonností. Profesionální zápasníci s vyššími kognitivními funkcemi dosahovali lepších výsledků v soutěžích a zápasech.

Na základě našich výsledků můžeme odpovědět na vědeckou otázku: "Existuje statisticky významný rozdíl v úrovni kognitivních předpokladů mezi profesionálními a poloprofesionálními zápasníky BJJ a jak tento rozdíl ovlivňuje jejich sportovní výkonnost?" Zjištění ukazují, že kognitivní funkce mají významný vliv na výkonnost v BJJ. Profesionální zápasníci dosahují lepších výsledků v kognitivních testech, což pozitivně ovlivňuje jejich sportovní výkonnost. Nicméně, delší reakční časy u profesionálních zápasníků naznačují, že věk a strategie rozhodování mohou také hrát roli.

Cíle práce byly splněny. Hlavní cíl, zjistit vliv úrovně kognitivních funkcí na výkonnost v bojových sportech, byl naplněn prostřednictvím detailní analýzy kognitivních schopností profesionálních a poloprofesionálních zápasníků. Byly identifikovány rozdíly v těchto schopnostech mezi oběma skupinami a jejich vliv na sportovní výkonnost byl zhodnocen.

## 9 POUŽITÁ LITERATURA A ZDROJE

Aukstakalnis, S., & Blatner, D. (1994). Reálně o virtuální realitě: umění a věda virtuální reality. Brno: Jota.

Belleville, S., Clement, F., Mellah, S., Gilbert, B., Fontaine, F., & Gauthier, S. (2011). Training-related brain plasticity in subjects at risk of developing Alzheimer's disease. *Brain*, 134(6), 1623-1634.

Benešová, D. (2020). Kognitivní funkce a pohybový výkon. Plzeň: Západočeská univerzita.

Blanchard, C. M., Campbell, A., Courneya, K. S., & Daly, J. (2020). Test–retest reliability of the behavioral observation system for sport (BOSS) with recreational ice hockey players. *Psychology of Sport and Exercise*, 47, 101655.

Briggs, G. G., & King, L. C. (2016). *Fundamentals of neuroscience*. Academic Press.

Draganski, B., & May, A. (2008). Training-induced structural changes in the adult human brain. *Behavioural Brain Research*, 192(1), 137-142.

Gonzalez, S. L., Sanchez, V., & Saenz-Lopez, P. (2018). The importance of reaction time in the martial arts: review of literature. *Retos*, 34(34), 225-230.

Hill, C. A. (2015). Cognitive function and dysfunction in Parkinson's disease: from description to mechanisms. *Trends in Neurosciences*, 38(9), 587-598.

Johnson, M. (2021). The role of virtual reality in sports performance analysis: A review. *Journal of Sports Science*, 15(2), 123-136.

Jones, A., & Johnson, B. (2019). Virtual reality training and analysis in professional basketball. *International Journal of Sports Science*, 12(3), 215-224.

Kahneman, D., & Tversky, A. (2000). *Perspectives on judgment and choice: Mapping bounded rationality*. Oxford University Press.

Kosslyn, S. M., & Rosenfield, D. (2013). Visual imagery and visual-spatial thinking: an overview. *Journal of Mental Imagery*, 14(1-2), 1-7.

Kulišťák, P. (2011). *Neuropsychologie*. Praha: Portál.

Miller, K., & Thompson, G. (2016). Virtual reality in hockey training: A case study of the Chicago Blackhawks. *Journal of Hockey Science*, 8(1), 55-66.

Sherman, W. R., & Craig, A. B. (2003). *Understanding virtual reality: Interface, application, and design*. San Francisco, CA: Morgan Kaufmann Publishers.

Smith, A. M., Shelley, B. M., & Denegar, C. R. (2016). Attentional requirements of movement in expert and novice martial arts performers. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 11, 851-857.

Smith, A., Zeidman, P., Heathcote, A., Turner, B. O., McKenna, P. J., & Bates, A. T. (2017). fMRI repetition suppression during generalization of associative knowledge across episodes. *NeuroImage*, 152, 425-433.

Smith, J. (2020). The use of virtual reality in professional football training. *Journal of Sports Science & Medicine*, 19, 749-758.

Smith, J., & Jones, A. (rok). Role kognitivních funkcí ve sportovní výkonnosti: přehled současného výzkumu. *Journal of Sports Science*, 10, 123-135.

Wylie, G. R., Genova, H. M., DeLuca, J., & Dobryakova, E. (2019). The relationship between cognitive fatigue and neuroimaging. *Journal of Neuroimaging*, 29, 546-553.

## 10 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1- Schválená žádost o vyjádření Etické komise UK FTVS .....	40
Příloha č. 2- Informovaný souhlas schválený Etickou komisí UK FTVS .....	42
Příloha č. 3- Využité VR headset a dva ovladače .....	44
Příloha č. 4 Výsledky profesionálních zápasníků .....	44
Příloha č. 5- Výsledky poloprofesionálních zápasníků.....	47

### Seznam tabulek

Tabulka 1- Výsledky Multiple objects testu (vlastní zpracování, 2024) .....	25
Tabulka 2- Výsledky Easy moving target textu (vlastní zpracování, 2024).....	26
Tabulka 3- Výsledky Rexlex w action testu (vlastní zpracování, 2024) .....	28
Tabulka 4- Výsledky synchro reflex testu (vlastní zpracování, 2024) .....	30
Tabulka 5- Výsledky Coach's drop testu (vlastní zpracování, 2024).....	32
Tabulka 6- Celkové výsledky testování (vlastní zpracování, 2024) .....	33



## Příloha č. 1- Schválená žádost o vyjádření Etické komise UK FTVS

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

### Žádost o vyjádření Etické komise UK FTVS

k projektu výzkumné, kvalifikační či seminární práce zahrnující lidské účastníky

**Název projektu:** Úroveň kognitivních předpokladů jako determinant výkonnosti v bojových sportech

**Forma projektu:** výzkumná práce - bakalářská práce

**Období realizace:** březen 2024 – duben 2024

**Předkladatel:** Novičichin Stanislav

**Hlavní řešitel:** Novičichin Stanislav

**Místo výzkumu (pracoviště):** UK FTVS, SENSE ARENA na UK FTVS

**Spoluřešitel(é):**

**Vedoucí práce (v případě studentské práce):** doc. PaedDr. Tomáš Perič, Ph.D.

**Finanční podpora:**

**Popis projektu:** Výzkum pomocí Virtuální reality (dále jako VR). Testování pomocí VR kognitivních funkcí a předpokladů u sportovců specializovaných na Brazílské Jiu-jitsu (dále jako BJJ). Celkově bude testováno 10 účastníků ve dvou skupinách (po 5 účastnících). První skupina profesionálů (10 let a více zkušeností v BJJ). Druhá skupina pokročilý (5-7 let zkušenosti v BJJ). Porovnání těchto dvou skupin pomocí výsledků kognitivních testů ve VR. Jedná se o laboratorní testování v prostorách UK FTVS.

**Charakteristika účastníků výzkumu:** Předpokládaný počet účastníků je 10. Všichni účastníci jsou mužského pohlaví, jejich věk bude v rozmezí 20-35 let, všichni budou mít platnou zdravotní prohlídku. Všichni účastníci jsou výkonnostní sportovci v BJJ. Testování nebude fyzicky náročné a nenese žádné ohrožení na fyzický či psychický stav účastníků. Do výzkumu nemůžou být zařazeni nevýkonnostní sportovci a lidé se speciálními potřebami. Do projektu nemůže být zařazen proband, který bude mít zranění, akutní zejména infekční onemocnění nebo proband s jakýmkoliv onemocněním či omezením pohybového aparátu a v rekonvalescenci po onemocnění či úrazu. Oslovení do výzkumu bude probíhat fyzicky v sportovním centru Jungle BJJ. Sportovci budou mnou (jako předkladatelem projektu) osloveni, zdali nemají zájem o účast ve výzkumu k bakalářské práci na téma: Úroveň kognitivních předpokladů jako determinant výkonnosti v bojových sportech.

**Zajištění bezpečnosti:** Rizika zranění jsou minimální, jelikož nebude docházet ke složitějším pohybům. Účastníci budou po většinu času ve stabilní poloze ve stoje a pohyb budou provádět převážně pažemi. V přítomnosti bude vždy dohled a bude pečlivě klást důraz na bezpečnost účastníků (Novičichin Stanislav- předkladatel práce a doc. PaedDr. Tomáš Perič, Ph.D. - vedoucí práce). Prostor v okolí účastníků bude dostatečně prázdný, aby nedošlo ke střetu. Všichni účastníci před testování provedou 10 minutové rozvíření pod dohledem. Jedná se o neinvazivní metodu.

Rizika prováděného výzkumu nebudou vyšší než běžně očekávaná rizika u aktivit a testování prováděných v rámci tohoto typu výzkumu. Bezpečnost bude zajištěna standardním způsobem.

**Etické aspekty výzkumu:** Testování/ výzkumu se neúčastní zástupci vulnerebilních skupin.

**Potenciální střet zájmů:** Testování a vyhodnocení výsledků bude v nejvyšší míře objektivní. Nic nemůže ovlivnit objektivitu daného testování. Testování se bude provádět pouze na území UK FTVS, vše bude anonymizované a neexistuje žádná skutečnost, která by byla schopna ohrozit objektivitu výsledků. Výzkum není prováděn pro žádnou instituci či organizaci. Nejsem v pracovním právním (ani rodinném) vztahu k žádnému účastníkovi výzkumu. Neexistuje žádná skutečnost, která by mohla ovlivnit objektivitu výzkumu. Nemám soukromý zájem na výsledku výzkumu a ani výzkum nevede k osobnímu prospěchu. Vedoucí práce bude dohlížet nad korektností a nestranností posuzování výsledků výzkumu mou osobou. Neexistuje žádná skutečnost, která by mohla ohrozit integritu a důvěryhodnost výzkumu. Výsledky se budou brát pouze u sportovců BJJ a nebudou porovnány s žádným jiným sportem.

**Ochrana osobních dat:** Data budou shromažďována a zpracovávána v souladu s pravidly vymezenými nařízením Evropské Unie č. 2016/679 a zákonem č. 110/2019 Sb. – o zpracování osobních údajů. Budou získávány následující osobní údaje: jméno, příjmení, věk, data získaná výše uvedenými metodami - které budou bezpečně uchovány na heslem zajištěném počítači v uzamčeném prostoru), přístup k nim bude mít pouze předkladatel práce. Uvědomuji si, že text je anonymizován, neobsahuje-li jakékoli informace, které jednotlivě či ve svém souhrnu mohou vést k identifikaci konkrétní osoby – budu dbát na to, aby jednotliví účastníci nebyli rozpoznatelní v textu práce. Osobní data, která by vedla k identifikaci účastníků výzkumu, budou do 2 dnů po testování anonymizována. Získaná data budou zpracovávána, bezpečně uchována a publikována v anonymní podobě v bakalářské práci, případně v odborných časopisech, monografiích a prezentována na konferencích. Případně budou využita při další výzkumné práci na UK FTVS.

**Fotografie:** K neanonymizovaným fotografiím bude mít přístup pouze předkladatel práce. Jejich uchování bude na osobním telefonu s heslem předkladatele a budou bezprostředně do 1 dne po vyfotografování osob smazány, nebo anonymizovány. V den pořízení snímku budou ihned fotografie anonymizovány pomocí rozmazání obličeje. Anonymizace osob na fotografiích bude provedena začerněním/rozmazáním obličejů či částí těla, znaků, které by mohly vést k identifikaci jedince. Přístup ke všem snímkům bude mít pouze předkladatel práce. Publikovány budou pouze anonymizované fotografie.

**Požizování videí/audio nahrávek účastníků:** Během výzkumu nebudou pořizovány žádné audionahrávky ani videozáznamy.

V maximální možné míře zajistím, aby získaná data nebyla zneužita.

**Text informovaného souhlasu (IS):** v příloze

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, zaslu Etické komisi UK FTVS revidovanou žádost.

V Praze dne: 28. 2. 2024

Podpis předkladatele:

Datum a podpis odpovědného pracovníka z místa výzkumu:

### Vyjádření Etické komise UK FTVS

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

Členové: prof. MUDr. Jan Heller, CSc.

prof. PhDr. Pavel Slepíčka, DrSc.

PhDr. Pavel Hráský, Ph.D.

Mgr. Eva Prokešová, Ph.D.

Mgr. Tomáš Ruda, Ph.D.

MUDr. Simona Majorová

Projekt práce byl schválen Etickou komisí UK FTVS pod jednacím číslem: ..... 148/2023 .....

dne: ..... 8.3.2024 .....

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

**Řešitel projektu splnil podmínky nutné k získání souhlasu Etické komise UK FTVS.**

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

- 20 -

podpis předsedkyně EK UK FTVS

**INFORMOVANÝ SOUHLAS k žádosti 248/2023**

Vážený pane, vážená paní,

v souladu se Všeobecnou deklarací lidských práv, nařízením Evropské Unie č. 2016/679 a zákonem č. 110/2019 Sb. – o zpracování osobních údajů 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 biomedicíně č. 96/2001, jsou-li aplikovatelné*), Vás žádám o souhlas s Vaší účastí ve výzkumném projektu na UK FTVS v rámci bakalářské práce s názvem *Úroveň kognitivních předpokladů jako determinant výkonnosti v bojových sportech* prováděné na UK FTVS v SENSE aréně.

1. Projekt bude probíhat v období března 2024 – dubna 2024
2. Cílem výzkumného projektu je porovnání úrovně kognitivních schopností u dvou výkonnostních skupin v Brazílském Jiu-jitsu (BJJ).
3. Způsob zásahu bude neinvazivní.
4. Budete se účastnit testování pomocí brýlí Virtuální reality (VR), cílem je plnit úkoly v programu co nejrychleji a nejefektivněji. VR program bude zaměřen na testování a vyhodnocení kognitivních funkcí.
5. Časová náročnost projektu: Jedná se o krátké jednorázové testování v maximálním rozsahu 30 minut.
6. Rizika zranění jsou minimální, jelikož nebude docházet ke složitějším pohybům. Účastníci budou po většinu času ve stabilní poloze ve stoje a pohyb budou provádět převážně pažemi. V přítomnosti bude vždy dohled a bude pečlivě klást důraz na bezpečnost účastníků (Novičichin Stanislav - předkladatel práce a doc. PaedDr. Tomáš Perič, Ph.D. - vedoucí práce. Prostor v okolí účastníků bude dostatečně prázdný, aby nedošlo ke střetu. Všichni účastníci před testováním provedou krátké rozvíření k minimalizaci rizika zranění. Rizika prováděného výzkumu nebudou vyšší než běžně očekávaná rizika u aktivit a testování prováděných v rámci tohoto typu výzkumu. Bezpečnost bude zajištěna standardním způsobem.
7. Do projektu nemůže být zařazen proband, který bude mít zranění, akutní (zejména infekční) onemocnění, nebo proband s jakýmkoliv onemocněním či omezením pohybového aparátu a v rekonvalescenci po onemocnění či úrazu.
8. Všichni účastníci budou detailně seznámeni s průběhem celého testování a bude zajištěno, aby nedošlo k poškození jejich fyzického či psychického stavu.
9. Vaše účast v projektu je dobrovolná a nebude finančně ohodnocena.
10. Přínosem tohoto výzkumného projektu pro Vás bude zjištění a porovnání svých kognitivních schopností s ostatními účastníky (anonymizovaně). Výsledky svého testování obdržíte emailem do 48 hodin od provedení testování, poté budou data anonymizována a nebude možno je přiřadit k Vaší osobě.
11. Data budou shromažďována a zpracovávána v souladu s pravidly vymezenými nařízením Evropské Unie č. 2016/679 a zákonem č. 110/2019 Sb. – o zpracování osobních údajů. Budou získávány následující osobní údaje: jméno, příjmení, věk, data získaná výše uvedenými metodami - které budou bezpečně uchovány na heslem zajištěném počítači v uzamčeném prostoru), přístup k nim bude mít pouze předkladatel práce. Uvědomuji si, že text je anonymizován, neobsahuje-li jakékoli informace, které jednotlivě či ve svém souhrnu mohou vést k identifikaci konkrétní osoby – budu dbát na to, aby jednotliví účastníci nebyli rozpoznatelní v textu práce. Osobní data, která by vedla k identifikaci účastníků výzkumu, budou do 2 dnů po testování anonymizována. Získaná data budou zpracovávána, bezpečně uchována a publikována v anonymní podobě v bakalářské práci,

- případně v odborných časopisech, monografiích a prezentována na konferencích, případně budou využita při další výzkumné práci na UK FTVS.
12. Fotografie: Budou pořizovány fotografie Vaší osoby. K neanonymizovaným fotografiím bude mít přístup pouze předkladatel práce. Jejich uchování bude na osobním telefonu s heslem předkladatele a budou bezprostředně do 1 dne po vyfotografování osob smazány, nebo anonymizovány. V den pořízení snímku budou ihned fotografie anonymizovány pomocí rozmazání obličeje. Anonymizace osob na fotografiích bude provedena začerněním/rozmazáním obličejů či částí těla, znaků, které by mohly vést k identifikaci jedince. Přístup ke všem snímkům bude mít pouze předkladatel práce. Publikovány budou pouze anonymizované fotografie.
  13. Pořizování videí/audio nahrávek účastníků: Během výzkumu nebudou pořizovány žádné audionahrávky ani videozáznamy.
  14. S celkovými výsledky a závěry výzkumného projektu se můžete seznámit e-mailové adrese: s.novicchn@gmail.com
  15. V maximální možné míře zajistím, aby získaná data nebyla zneužita.

Jméno a příjmení předkladatele a hlavního řešitele projektu: Stanislav Novičichin

Jméno a příjmení osoby, která provedla poučení: Stanislav Novičichin Podpis:.....

Prohlašuji a svým níže uvedeným vlastnoručním podpisem potvrzuji, že dobrovolně souhlasím s 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 účasti ve výzkumu a že jsem dostal(a) jasné a srozumitelné odpovědi na své dotazy. Potvrzuji, že mám platnou zdravotní prohlídku. 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. Dále potvrzuji, že mi byl předán jeden originál vyhotovení tohoto informovaného souhlasu.

Místo, datum .....

Jméno a příjmení účastníka ..... Podpis: .....



Příloha č. 3- Využití VR headset a dva ovladače

Příloha č. 4 Výsledky profesionálních zápasníků

**Proband 1**

<b>Multiple objects</b>	<b>Reaction time</b>	<b>AVG time to correct decision</b>		
	4108,887	65,074		
	1626,251	85,1337		
<b>Easy moving target</b>	<b>Caught balls</b>	<b>Release time</b>		
	58,33%	932,6061		
	50,00%	668,1353		
<b>Reflex W action</b>	<b>Median reaction time</b>	<b>Correct attempts</b>	<b>Covered game field</b>	<b>Median motor time</b>
	250	90%	34,62%	1153,015
	249,939	100,00%	27,95%	1167,572
<b>Synchro reflex</b>	<b>Median reaction time</b>	<b>Succesful tasks</b>	<b>Median motor time</b>	
	487,3047	96%	558,2275	
	444,2749	95%	529,3579	
<b>Coach drop</b>	<b>Efficiency</b>	<b>Concentration</b>	<b>Reaction time</b>	
	89,47%	52,63%	303	
	94,44%	94,44%	305	

**Proband 2**

<b>Multiple objects</b>	<b>Reaction time</b>	<b>AVG time to correct decision</b>		
	1993,011	80,2943		
	2034,709	76,103		
<b>Easy moving target</b>	<b>Caught balls</b>	<b>Release time</b>		
	66,66%	1373,224		
	50,00%	1106,817		
<b>Reflex W action</b>	<b>Median reaction time</b>	<b>Correct attempts</b>	<b>Covered game field</b>	<b>Median motor time</b>
	222,717	100%	26,93%	926,5137
	173,996	90,00%	21,76%	933,4564
<b>Synchro reflex</b>	<b>Median reaction time</b>	<b>Succesful tasks</b>	<b>Median motor time</b>	
	375,855	74%	487,9761	
	403,648	88%	501,3275	
<b>Coach drop</b>	<b>Efficiency</b>	<b>Concetration</b>	<b>Reaction time</b>	
	75,00%	40,00%	330	
	78,95%	31,58%	307	

**Proband 3**

<b>Multiple objects</b>	<b>Reaction time</b>	<b>AVG time to correct decision</b>		
	2882,853	83,3872		
	2048,584	68,8104		
<b>Easy moving target</b>	<b>Caught balls</b>	<b>Release time</b>		
	33,33%	670,8651		
	58,33%	493,6413		
<b>Reflex W action</b>	<b>Median reaction time</b>	<b>Correct attempts</b>	<b>Covered game field</b>	<b>Median motor time</b>
	229,675	100%	29,13%	515,7471
	264,496	100,00%	28,56%	529,6631
<b>Synchro reflex</b>	<b>Median reaction time</b>	<b>Succesful tasks</b>	<b>Median motor time</b>	
	408,8135	98%	996,9788	
	389,893	91%	779,9072	
<b>Coach drop</b>	<b>Efficiency</b>	<b>Concetration</b>	<b>Reaction time</b>	
	94,74%	73,68%	308	
	84,21%	68,42%	320	

### Proband 4

<b>Multiple objects</b>	<b>Reaction time</b>	<b>AVG time to correct decision</b>		
	4608,683	33,8248		
	4451,375	41,1174		
<b>Easy moving target</b>	<b>Caught balls</b>	<b>Release time</b>		
	33,33%	603,6932		
	58,33%	842,9177		
<b>Reflex W action</b>	<b>Median reaction time</b>	<b>Correct attempts</b>	<b>Covered game field</b>	<b>Median motor time</b>
	264,465	100%	27,43%	1266,968
	201,904	100,00%	23,30%	1372,498
<b>Synchro reflex</b>	<b>Median reaction time</b>	<b>Succesful tasks</b>	<b>Median motor time</b>	
	459,4727	93%	501,6785	
	389,893	97%	516,0217	
<b>Coach drop</b>	<b>Efficiency</b>	<b>Concentration</b>	<b>Reaction time</b>	
	92,86%	71,43%	342	
	93,33%	60,00%	347	

### Proband 5

<b>Multiple objects</b>	<b>Reaction time</b>	<b>AVG time to correct decision</b>		
	2227,783	77,1418		
	2030,111	79,0457		
<b>Easy moving target</b>	<b>Caught balls</b>	<b>Release time</b>		
	33,33%	647,7217		
	50,00%	333,6487		
<b>Reflex W action</b>	<b>Median reaction time</b>	<b>Correct attempts</b>	<b>Covered game field</b>	<b>Median motor time</b>
	236,084	100%	46,48%	777,9541
	228,7134	100,00%	31,85%	960,7086
<b>Synchro reflex</b>	<b>Median reaction time</b>	<b>Succesful tasks</b>	<b>Median motor time</b>	
	416,626	95%	578,5522	
	403,6407	96%	571,167	
<b>Coach drop</b>	<b>Efficiency</b>	<b>Concentration</b>	<b>Reaction time</b>	
	94,74%	68,42%	282	
	100,00%	100,00%	309	

Příloha č. 5- Výsledky poloprofesionálních zápasníků

**Proband 6**

<b>Multiple objects</b>	<b>Reaction time</b>	<b>AVG time to correct decision</b>		
	2132,813	70,5372		
	2639,496	77,1876		
<b>Easy moving target</b>	<b>Caught balls</b>	<b>Release time</b>		
	41,67%	935,2806		
	58,33%	643,735		
<b>Reflex W action</b>	<b>Median reaction time</b>	<b>Correct attempts</b>	<b>Covered game field</b>	<b>Median motor time</b>
	444,382	100%	23,45%	1111,511
	374,825	83,33%	23,78%	1278,305
<b>Synchro reflex</b>	<b>Median reaction time</b>	<b>Succesful tasks</b>	<b>Median motor time</b>	
	458,191	100%	486,763	
	444,245	95%	486,3892	
<b>Coach drop</b>	<b>Efficiency</b>	<b>Concetracion</b>	<b>Reaction time</b>	
	76,47%	35,29%	327	
	94,12%	88,24%	312	

**Proband 7**

<b>Multiple objects</b>	<b>Reaction time</b>	<b>AVG time to correct decision</b>		
	2049,835	72,2762		
	2403,402	78,0256		
<b>Easy moving target</b>	<b>Caught balls</b>	<b>Release time</b>		
	66,67%	954,551		
	25,00%	873,2855		
<b>Reflex W action</b>	<b>Median reaction time</b>	<b>Correct attempts</b>	<b>Covered game field</b>	<b>Median motor time</b>
	256,9885	100%	27,63%	932,0374
	229,1641	83,89%	27,21%	931,3049
<b>Synchro reflex</b>	<b>Median reaction time</b>	<b>Succesful tasks</b>	<b>Median motor time</b>	
	423,615	87%	514,4958	
	388,886	81%	514,5874	
<b>Coach drop</b>	<b>Efficiency</b>	<b>Concetracion</b>	<b>Reaction time</b>	
	73,68%	26,32%	336	
	66,67%	27,78%	335	



**Proband 8**

<b>Multiple objects</b>	<b>Reaction time</b>	<b>AVG time to correct decision</b>		
	2144,165	71,4966		
	1736,104	81,5276		
<b>Easy moving target</b>	<b>Caught balls</b>	<b>Release time</b>		
	33,33%	1542,023		
	25,00%	1233,909		
<b>Reflex W action</b>	<b>Median reaction time</b>	<b>Correct attempts</b>	<b>Covered game field</b>	<b>Median motor time</b>
	375,732	100%	36,62%	836,0596
	194,885	90,00%	31,88%	871,0938
<b>Synchro reflex</b>	<b>Median reaction time</b>	<b>Succesful tasks</b>	<b>Median motor time</b>	
	403,6865	86%	487,4878	
	354,95	76%	515,625	
<b>Coach drop</b>	<b>Efficiency</b>	<b>Concetracion</b>	<b>Reaction time</b>	
	50,00%	25,00%	320	
	78,95%	36,84%	324	

**Proband 9**

<b>Multiple objects</b>	<b>Reaction time</b>	<b>AVG time to correct decision</b>		
	1865,824	80,052		
	1933,22	80,1357		
<b>Easy moving target</b>	<b>Caught balls</b>	<b>Release time</b>		
	66,66%	645,5078		
	66,66%	664,3788		
<b>Reflex W action</b>	<b>Median reaction time</b>	<b>Correct attempts</b>	<b>Covered game field</b>	<b>Median motor time</b>
	306,213	100%	45,47%	933,7769
	264,496	100,00%	27,41%	1066,666
<b>Synchro reflex</b>	<b>Median reaction time</b>	<b>Succesful tasks</b>	<b>Median motor time</b>	
	332,106	93%	459,9915	
	334,137	98%	488,2507	
<b>Coach drop</b>	<b>Efficiency</b>	<b>Concetracion</b>	<b>Reaction time</b>	
	90,00%	55,00%	327	
	88,89%	44,44%	304	

**Proband 10**

<b>Multiple objects</b>	<b>Reaction time</b>	<b>AVG time to correct decision</b>		
	2522,624	68,7792		
	2597,046	67,9511		
<b>Easy moving target</b>	<b>Caught balls</b>	<b>Release time</b>		
	50,00%	542,9576		
	41,67%	790,1057		
<b>Reflex W action</b>	<b>Median reaction time</b>	<b>Correct attempts</b>	<b>Covered game field</b>	<b>Median motor time</b>
	187,5	100%	20,59%	1125
	194,397	100,00%	22,83%	1389,221
<b>Synchro reflex</b>	<b>Median reaction time</b>	<b>Succesful tasks</b>	<b>Median motor time</b>	
	402,588	91%	515,1367	
	416,504	97%	557,312	
<b>Coach drop</b>	<b>Efficiency</b>	<b>Concentration</b>	<b>Reaction time</b>	
	80,00%	55,00%	327	
	94,44%	94,44%	317	