

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

Autoreferát disertační práce

Fyzická zátěž organismu jako faktor ovlivňující percepčně kognitivní funkce

Mgr. Pavel Frýbort

Vědní obor: Kinantropologie

Školící pracoviště: Katedra sportovních her

Školitel: Doc. PhDr. Vladimír Süß, Ph.D.

Práce byla podpořena:

Grantovou agenturou České republiky jako součást projektu č. 11013.

Cíl: Zjištění vztahu mezi velikostí pohybového zatížení a vizuálně motorickou odpovědí a správností pohybové odpovědi u juniorských hráčů fotbalu.

Metody: Studie se zúčastnilo 42 respondentů (průměrný věk: $19 \pm 1,2$ roků). Jednalo se o kvaziexperiment jednofaktorový, vícehladinový a vnitroskupinový, ve kterém jsme se snažili odhalit kauzální vztah mezi vizuálně motorickou odpovědí a správností pohybové odpovědi v závislosti na velikosti předchozího pohybového zatížení. Námi navržený diagnostický nástroj, obsahující videozáznam útočných herních situací, umožnil současně hodnocení vizuálně motorické odpovědi (pomocí softwarového programu Dartfish) a správnost pohybové odpovědi (prostřednictvím expertního posouzení).

Výsledky a diskuse: Diagnostický nástroj obsahoval 16 videoukázek útočných herních situací podle nejvyšší míry shody panelistů. Pro vyjádření závislosti mezi jednotlivými herními situacemi uvnitř každé skupiny, obsahující čtyři videoukázky útočných herních situací, byla použita polychorická korelační matice. Výsledky matice (v rozmezí $-0.437 - 0.306$) potvrdily statistickou nezávislost ($p < 0.05$) mezi jednotlivými položkami (herními situacemi) uvnitř každé skupiny.

Výsledky prokázaly věcně významný rozdíl v rychlosti vizuálně motorické odpovědi po administraci modelu pohybového zatížení s dominantním zapojením aerobního metabolismu ve srovnání s hodnotami po administraci modelu pohybového zatížení intermitentního charakteru, indikované koeficientem $0,60^{\dagger}$ a modelu pohybového zatížení s dominantním zapojením anaerobního metabolismu, indikovaný koeficientem $0,67^{\dagger}$. Současně jsme našli pomocí Post hoc analýzy Friedmanova testu statisticky významný rozdíl $p < 0.05$ ($0,0015$) v rychlosti vizuálně motorické odpovědi po administraci modelu pohybového zatížení s dominantním zapojením aerobního metabolismu ($897,02 \pm 57,46$ ms) v porovnání s hodnotami po administraci modelu pohybového zatížení s dominantním zapojením anaerobního metabolismu ($940,95 \pm 71,14$ ms). Mezi ostatními modely pohybového zatížení nebyl nalezen statisticky významný ($p < 0.05$) rozdíl.

Mezi jednotlivými modely pohybového zatížení nebyla prokázána statisticky významná ($p < 0.05$, $p = 0,0897$) rozdílnost v efektivitě/správnosti volby pohybové odpovědi. Celkové průměrné skóre činilo od ($M e 2,5$) do ($M e 2,75$). Respondenti tak nejčastěji vybírali v pořadí druhou nejefektivnější pohybovou odpověď „velmi dobrá

pohybová odpověď“, vyjádřená hodnotou 2 a třetí nejefektivnější pohybovou odpověď „dobrá pohybová odpověď“, vyjádřená hodnotou 3.

Studie vznikla s podporou Grantové agentury České republiky jako součást projektu č. 11013.

ÚVOD

Nároky na kognitivní, exekutivní a motorické funkce jedince se odlišují v závislosti na typu sportovní hry, ale také na typu herní situace v rámci jedné pohybové hry. Kromě prosté a výběrové reakční doby má chování jedince v průběhu hry podobu cílově orientovaného jednání, označovaného jako taktické jednání. Herní situace potom představují úkolové, popřípadě problémové situace. Výběr pohybové odpovědi, resp. pohybové řešení herní situace, podléhá v daném okamžiku určitému stupni otevřenosti a realizuje se na základě obecných taktických principů nebo pravidel typu „jestliže-potom“. Další faktor, který ovlivňuje výběr pohybové odpovědi v herních situacích, je velikost pohybového zatížení, resp. stupeň tělesné únavy. Způsobilst hráče kontrolovat a řídit vlastní jednání v herní situaci, tzn. provádět rychlé a správné pohybové odpovědi v podmínkách intermitentního pohybového zatížení, je přítomno neustále ve všech fázích herního jednání.

Současný stav poznání

Abernethy (1987), Williams a Davis (1994) a Williams, Davids a Williams (1999) uvádí, že herní výkon ve sportovních hrách resp. fotbalu je závislý nejen na pohybových schopnostech hráče, ale také na úrovni percepčních a kognitivních dovednostech.

Herní jednání je projevem otevřených dovedností (open skills) jedince. Otevřená dovednost v sobě zahrnuje, ve srovnání s uzavřenou dovedností (close skill), zapojení kvalitativně vyšší úrovně zrakově percepčních a kognitivních funkcí, které ovlivňují výběr pohybové odpovědi (taktické rozhodnutí). Otevřená dovednost

zahrnuje, při jisté didaktické simplifikaci, dvě funkčně odlišné komponenty a které současně vytváří psychomotorickou způsobilost jedince:

1. výběr pohybové odpovědi, jež je výsledkem složitých mechanismů zrakové percepce, anticipace, myšlení, paměti a znalostí.

2. motorické provedení pohybové odpovědi, jež je podloženo psychickými procesy řízení a kontroly pohybů (Gentile, 1975).

Psychomotorické nároky herního jednání v náhodně proměnlivých podmínkách jsou indikovány reakčně-rychlostními schopnostmi (Gréhaigne & Godbout, 1995; Zemková & Hamar, 2006), které jsou determinovány a) volbou pohybové odpovědi (Dobry & Semiginovský, 1989; Campos 1993, Abernethy, Wood, & Parks, 1999; Fontana, Mazzardo, Mokgothu, Furtado a Gallagher, 2009) a b) schopností uskutečnit pohybový akt, reprezentovaný na straně jedné reakčním časem (Magill, 1998), který podle Schmidta (1991) a Süsse (2006) je ukazatelem rychlosti a efektivnosti volby pohybové odpovědi a na straně druhé akční pohybovou rychlostí-schopností provést tento pohybový akt v nejkratším čase (Magill, 2003; Měkota & Novosad, 2005). Bressan (2000) a Erickson (2007) uvádějí, že spojením doby reakce jako indikátoru reakčního času a akční pohybové rychlosti vzniká tzv. vizuálně motorická odpověď (visual-motor response time).

Řada autorů se shoduje, že herní výkon, resp. expertní (dovednostní) výkon, je silně determinován velikostí pohybového zatížení s aktivací příslušného metabolismu poskytující energii pro svalovou činnost, který může ovlivňovat vědomosti a percepční a kognitivní dovednosti, reprezentované volbou a rychlostí provedení pohybové odpovědi (herní činnosti) (Schneider, Björklund, & Maier-Bruckner, 1996; McMorris & Beazeley, 1997; Williams & Davids, 1998; Abernethy, Wood, & Parks, 1999; McPherson, 1999). Podle Föhrenbacha, Buuschmanna, Liesena, Hollmanna a Madera (1986) prostřednictvím pohybového zatížení dochází k narušení homeostázy, způsobené snížením regulační efektivity organismu. Na tomto místě zmiňují rychlost zotavení jako hlavní atribut vedoucí k vyšší frekvenci realizace vysoce intenzivní pohybové činnosti bez významného poklesu kognitivních a motorických funkcí.

Předpokládá se, že vysoce intenzivní pohybová činnost vede ke značnému vyčerpávání kreatinfosfátu (CP), poklesu pH ve svaích, kumulace draslíku a amoniaku, snížení glykogenových zásob, dehydrataci a zvýšení hladiny krevního LA (Bangsbo, Mohr, & Krustup, 2006). V průběhu utkání a zejména ve druhé polovině

utkání se zvyšuje, koncentrace volných mastných kyselin (VMK) v krvi. Zvyšuje se tak krevní průtok v tukové tkáni, což podporuje uvolňování VMK a glycerolu. Stimulace lipolýzy a uvolňování VMK do krve je spojeno se sníženou koncentrací inzulinu a progresivním nárůstem hladiny katecholaminů. Tento efekt je zesílen snižující se hladinou krevního LA ke konci utkání, což vede k menšímu potlačení mobilizace VMK z tukové tkáně (Bangsbo, 1994; Krstrup et al., 2005b)

Kognitivní procesy a jejich taxonomie

Psychologové Hošek a Hátlová (2006) se shodují, že technické a taktické mistrovství sportovce souvisí s jeho kognitivními procesy, zajišťujícími informační stránku hybnosti. Mezi kognitivní funkce řadí percepce, představy, paměť, fantazii, myšlení a pozornost. Williams, Davids a Williams (1999) rozšiřují oblast kognitivních funkcí o anticipaci. Abernethy, Wood a Parks (1999) toto dělení doplňují o vizuální, sluchové a vestibulární počítky, které svým charakterem patří do percepce.

Abernethy, Wood a Parks (1999) a Williams (2000) u schopnosti hráče reagovat ve velmi krátkém časovém úseku užívají termín rozpoznávání specifických vzorců hry. Vycházejí z faktu, že dovední hráči mají vyšší schopnost anticipovat, jaká situace může nastat. Abernethy dodává: „Zdá se, že tato schopnost reflektuje dosaženou dovednost hráče rozpoznávat struktury nebo vzorce typické pro jejich druh sportu“. Dále dospěli ke zjištění, že kvalita rozpoznávání specifických vzorců hry závisí na úrovni vizuální vyhledávací strategie hráče.

Nejsložitější kognitivní procesy jsou zprostředkovány prostřednictvím exekutivních (řídících) funkcí. Exekutivní funkce bývají označovány jako podmnožina tzv. vyšších kognitivních funkcí. Tato specifická množina zajišťuje samostatné a účelné jednání a zákonitě tak postihuje veškeré chování. Slouží k tomu, aby byl člověk schopen plánovat běžné každodenní činnosti, rozhodovat se, adaptovat se na své fyzické a sociální prostředí (Preiss a kol., 1998).

Percepční a kognitivní dovednosti

Zcela mimořádný a klíčový význam zde plní vizuální systém, který prostřednictvím rozdělené vizuální pozornosti, slouží k vyhledávání nejvíce relevantních informací ve zrakovém poli (Williams, 2000; Henderson, 2003).

Základními funkcemi vizuálního systému jsou **vizuální dovednosti, vybavování a rozpoznávání specifických vzorců hry a anticipace**. Úroveň jednotlivých funkcí vytváří komplexní funkční celek, který společně se znalostmi (Marteniuk, 1976) spolurozhoduje o efektivitě pohybové odpovědi.

Autoři Harris a Jenkin (1998) a Williams, Davids a Williams (1999) uvádějí, že percepční dovednosti předcházejí kognitivním dovednostem a determinují úspěšné chování hráče.

Vizuální dovednosti

Vizuální (zraková, percepční) dovednost je podle Abernethyho, Woodse a Parkse (1999) základní způsobilost jedince přesně detekovat a lokalizovat relevantních podnětů v zorném poli.

Předmětem výzkumu vizuálních dovedností se stávají podle Abernethyho, Wooda a Parkse (1999) a Savelsbergha, van der Kampa, Williamse a Warda (2005) dvě základní komponenty. Jedná se o **vizuální vyhledávání vzorů** (visual search patterns) umožňující vyhledávání nejvíce významných informací z okolního prostředí a o **vizuální rozlišovací dovednosti** znamenající správnou identifikaci informací (podnětů) z okolního prostředí. V odborné literatuře se často setkáváme s termínem **vizuální vyhledávací strategie**, jež zahrnuje jak vizuální vyhledávání vzorů, tak vizuální rozlišovací dovednosti. Vizuální vyhledávací strategie je tedy hlavní funkcí vizuálních dovedností.

Helsen a Pauwels (1993) vycházejí z předpokladu, že efektivní anticipace je založena na vizuální dovednosti hráče zaměřit pozornost na nejvíce relevantní zdroje informací, proto sledovali počet a dobu trvání vizuální fixace.

Vybavování a rozpoznávání vzorců hry, myšlení a znalosti

V kognitivní psychologii se setkáváme s pojmem mentální reprezentace. V zahraniční sportovní psychologii se místo pojmu mentální reprezentace používá termín rozpoznávání vzorců hry. Efektivní vybavení je primárně založeno na specifických znalostech, které určují rychlost vyhledávání informací v paměti (Chase & Simon, 1973a).

Chase a Simon (1973 a, b), Ericsson a Chase (1982) a Williams (2000) se shodují, že efektivní rozpoznávání vzorců hry a anticipace závisí na vysoké úrovni znalostí, které hráči získali prostřednictvím zkušeností. Znalostní základ umožňuje dovedným hráčům získané informace z okolí seskupovat do větších a smysluplných jednotek (vzorců hry), což v konečném důsledku vede prostřednictvím vyhledávání a rozlišení specifických informací k identifikaci vznikajícího vzoru hry ještě před jeho zahájením.

Předpokladem pro rozhodnutí o volbě pohybové odpovědi, uskutečněné v rámci taktických myšlenkových procesů, je herně situační anticipace, která je těsně spojena s **mentálními reprezentacemi** resp. rozpoznáváním vzorců hry. Kódování a znovu vybavování se tak stává důležitou komponentou anticipace (Allard, Graham, & Paarsalu, 1980; Williams & Burwitz, 1993). Anticipace znamená předjímání podnětů, které nastanou v budoucnosti, už v přítomných kognitivních procesech. Williams & Ford (2008) anticipaci popisují jako kognitivní dovednost, která v sobě zahrnuje, rozpoznání vzorce hry, vizuální vyhledávací strategii a taktické rozhodování. Tyto parciální dovednosti ovlivňují způsob provedení a efektivitu realizované pohybové odpovědi.

Hošek a Hátlová (2006) uvádějí, že základním požadavkem na myšlení je jeho rychlost. Proto je tomuto požadavku rychlosti vycházeno vstříc budováním „kognitivních map“, tj. přípravou řešení pro určité typy situací. Tyto „vzorce“ řešení se potom automaticky zařadí ve vhodné situaci. V praxi se mluví o „signálech“, které jsou předem nacvičeny a na určitý podnět automaticky realizovány. Abernethy, Wood a Parks (1999) u schopnosti hráče reagovat ve velmi krátkém časovém úseku používají termín rozpoznávání specifických vzorců hry.

Bunker a Thorpe (1986) tvrdí, že i když je provedení pohybových dovedností pro herní výkon důležité, **jsou taktická rozhodnutí**, týkající se otázky „co dělat“ v konkrétních HSi stejně významné, jako způsobilost vykonávat vybrané pohybové dovednosti. Dále dodávají, že chyby při řešení HSi mohou pramenit z nedostatku znalosti „co dělat“ v souvislosti s konkrétní HSi a prohlašují, že jedinečnost pohybových her spočívá v rozhodovacích procesech, předcházejících použití vhodné techniky.

McPherson a French (1991) uvádí, že **deklarativní znalost** „vědět co dělat“, nebo faktická informace jsou předchůdcem **procedurální znalosti** „dělat to“. Za deklarativní znalost jsou považována např. pravidla a pochopení cílů hry. Pravidla

určují rozsah taktiky a dovedností jako předpokladu úspěšného výkonu. Za procedurální znalost se považuje volba vhodné činnosti v kontextu utkání, resp. dané HSi. Autoři Turner a Martinek (1995) uvádí, že osvojení deklarativních a procedurálních vědomostí usnadňuje **taktické rozhodování**.

Fyziologická a pohybová charakteristika fotbalu

Fyziologické nároky fotbalu lze charakterizovat modelem opakovaných krátkodobých intervalů pohybové činnosti vysoké až maximální intenzity, které se střídají s intervaly činnosti nižší intenzity nebo tělesného klidu, které mají ve vztahu k intenzivním pracovním intervalům zotavný charakter (Bangsbo, 2005; Krstrup, Mohr, Ellingsgaard, & Bangsbo, 2005; Psotta a kol., 2006). V průběhu utkání tak dochází ke střídavému využívání převážně aerobní metabolické kapacity - v intervalech střední a nižší intenzity, a anaerobní kapacity – v krátkodobých intervalech vysoké až maximální intenzity (Buzek a kol., 2007). Změna intenzity nebo typu činnosti dochází v průměru každou 4-6 s, tzn. 1000-1400 diskrétních intervalů činnosti v průběhu utkání (Bangsbo, Nørregaard, & Thorsøe, 1991; Mohr, Krstrup, & Bangsbo, 2003).

Vzhledem k 90 min. době trvání utkání je tělesná výkonnost hráče závislá na úrovni aerobního metabolismu (Stølen, Chamari, Castagna, & Wisløff, 2005). Zapojení aerobního metabolismu je na střední až vyšší úrovni cca 75 % $\text{VO}_{2\text{max}}$ a odpovídá intenzitě pohybového zatížení 5 - 10 % pod anaerobním prahem (SF_{ANP}) a naznačuje, že až 90 % celkově produkované energie je dodáváno aerobním metabolismem (Bangsbo, 1994). Tomu také odpovídají nálezy průměrné SF, která je 80 - 93 % SF_{max} tzn., že se průměrná velikost pohybového zatížení se přibližuje k hranici SF_{ANP} (Reilly, 1996; Mohr, Krstrup, Nybo, Nielsen, & Bangsbo, 2004; Stølen, Chamari, Castagna, & Wisløff, 2005).

V utkání nedochází k dostatečnému zotavení svalů po opakovaných krátkodobých činnostech maximální intenzity, protože hladina makroergních fosfátů – ATP a CP při svalové činnosti, která modeluje intermitentní pohybovou aktivitu ve fotbale, osciluje v pásmu 60–90 % klidových hodnot (Bangsbo, 1994). Toto nedostatečné metabolické zotavení svalů svědčí o významném zapojení anaerobního glykolytického metabolismu. Tento fakt dokládají nálezy koncentrace krevního La, který se pohybuje v pásmu 4-12 mmol.l^{-1} (Ekblom, 1986). Významným a prioritním

faktorem tělesné výkonnosti se tak stává anaerobní kapacita, jakožto funkční předpoklad pro opakované vykonávání krátkodobé činnosti vysoké a maximální intenzity (Ekblom, 1986; Psotta a kol., 2006).

Funkční způsobilost hráčů vykonávat krátkodobou vysoce intenzivní pohybovou činnost se označuje jako anaerobní výkonnost. Metabolickým základem je schopnost organismu produkovat energii pro svalovou činnost neoxidativními procesy prostřednictvím štěpením makroergních fosfátů – adenosintrifosfátu (ATP) a kreatinfosfátu (CP) – ATP-CP systém a anaerobní glykolýzy, tj. štěpením cukrů bez přístupu O_2 – anaerobní glykolytický systém.

Studie od Gaitanose, Williamse, Boobise a Brookse (1993) a Bogdanise, Nevilla, Boobise a Lakomy (1996) prokázaly, že v průběhu intermitentní činnosti v modelu krátkých intervalů maximální intenzity, přerušovaných krátkými intervaly odpočinku (IZ/IO 6s/30s) dochází k výrazně vyššímu snížení produkce energie pocházející z anaerobní glykolýzy ve srovnání s poklesem produkce energie odvozené ze štěpení makroergních fosfátů (ATP-CP). Tím se paradoxně s poklesem mechanického výkonu zvyšuje relativní podíl CP na produkci celkové energie. Podobný časový průběh energetického metabolismu se pozoruje v intermitentní činnosti modelu se střednědobými anaerobními intervaly subjektivně maximální intenzity (model IZ/IO 30 s/4min).

VĚDECKÁ OTÁZKA, CÍLE, HYPOTÉZY A ÚKOLY

Vědecká otázka

Jakým způsobem ovlivňuje pohybové zatížení vizuálně motorickou odpověď a správnost pohybové odpovědi?

Cíl výzkumu

Zjištění vztahu mezi velikostí pohybového zatížení a vizuálně motorickou odpovědí správností pohybové odpovědi u juniorských hráčů fotbalu.

Dílčí cíl:

Sestavení diagnostického nástroje zkoumající současně vizuálně motorickou odpověď a správnost pohybové odpovědi.

Hypotézy výzkumu

H1: Předpokládáme, že po administraci modelu pohybového zatížení s dominantním zapojením aerobního metabolismu se u probandů signifikantně zrychlí vizuálně motorická odpověď ve srovnání s modelem pohybové inaktivity.

H2: Předpokládáme, že po administraci modelu pohybového zatížení s dominantním zapojením aerobního metabolismu, modelu pohybového zatížení intermitentního charakteru a modelu pohybového zatížení s dominantním zapojením anaerobního metabolismu se u probandů signifikantně nezlepší správnost pohybové odpovědi ve srovnání s modelem pohybové inaktivity.

Uvedené hypotézy jsou podloženy výsledky výzkumných studií z dané oblasti.

McMorris a Graydon (1996a, 1996b), McMorris a Beazeley (1997), Astrid et al. (2000), Fontana, Mazzardo, Mokgothu, Furtado a Gallagher (2009) a Casanova, Garganta, Silva, Alves, Oliveira a Williams (2013).

Úkoly výzkumu

Na počátku projektu byly vymezeny následující úkoly:

1. Kompilace literární rešerše zkoumané problematiky a vymezení výzkumného problému.
2. Stanovení hypotéz disertační práce (na základě empirických předpokladů literární rešerše).
3. Metodická příprava šetření (včetně metodologického východiska), definice proměnných a následná konstrukce designu výzkumu.
4. Realizace pilotní studie, jejímž záměrem je ověřit stanovené postupy i proceduru výzkumu a navrhnout vhodný způsob zpracování výzkumných dat.
5. Tvorba výzkumného souboru.
6. Sestavení a realizace testové procedury, hodnotící správnost pohybové odpovědi na základě expertního posouzení.
7. Realizace pohybové intervence u výzkumného souboru.
8. Sběr dat.
9. Zpracování výzkumných dat s využitím statistických metod.

10. Deskripce a interpretace výsledků výzkumu.
11. Diskuse ke zjištěným výsledkům – verifikace hypotéz.
12. Formulace závěrů.

METODIKA VÝZKUMU

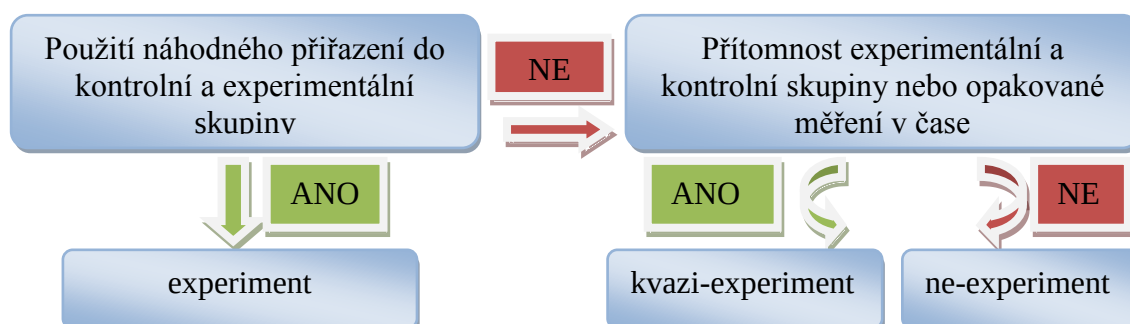
Pilotní studie

V pilotní studii jsme se zaměřili na ověření proveditelnosti studie na omezeném výzkumném souboru ($n = 4$). Součástí pilotního šetření bylo osvojení pracovních úkolů u tří asistentů výzkumu. Všichni asistenti výzkumu jsou zároveň odbornými asistenty na FTVS. Pilotní studie se uskutečnila v listopadu 2012 a zahrnovala verifikaci oblastí, týkajících se administrace čtyř modelů pohybového zatížení a diagnostického nástroje hodnotícího VMO a správnost pohybové odpovědi, techniky videozáznamu výběru pohybové odpovědi a VMO, hodnocení VMO a výběru pohybové odpovědi a statistické zpracování dat.

Typ designu

Z metodologického pohledu se jedná o kvaziexperiment **jednofaktorový a vícehladinový a vnitroskupinový**, ve kterém se snažíme odhalit kauzální vztah mezi výkonem v rozhodování (indikovaný VMO a správností pohybové odpovědi) v závislosti na velikosti pohybového zatížení. V našem výzkumu není přítomna kontrolní skupina, proto lze klasifikovat tento výzkum jako kvaziexperiment (schéma 1).

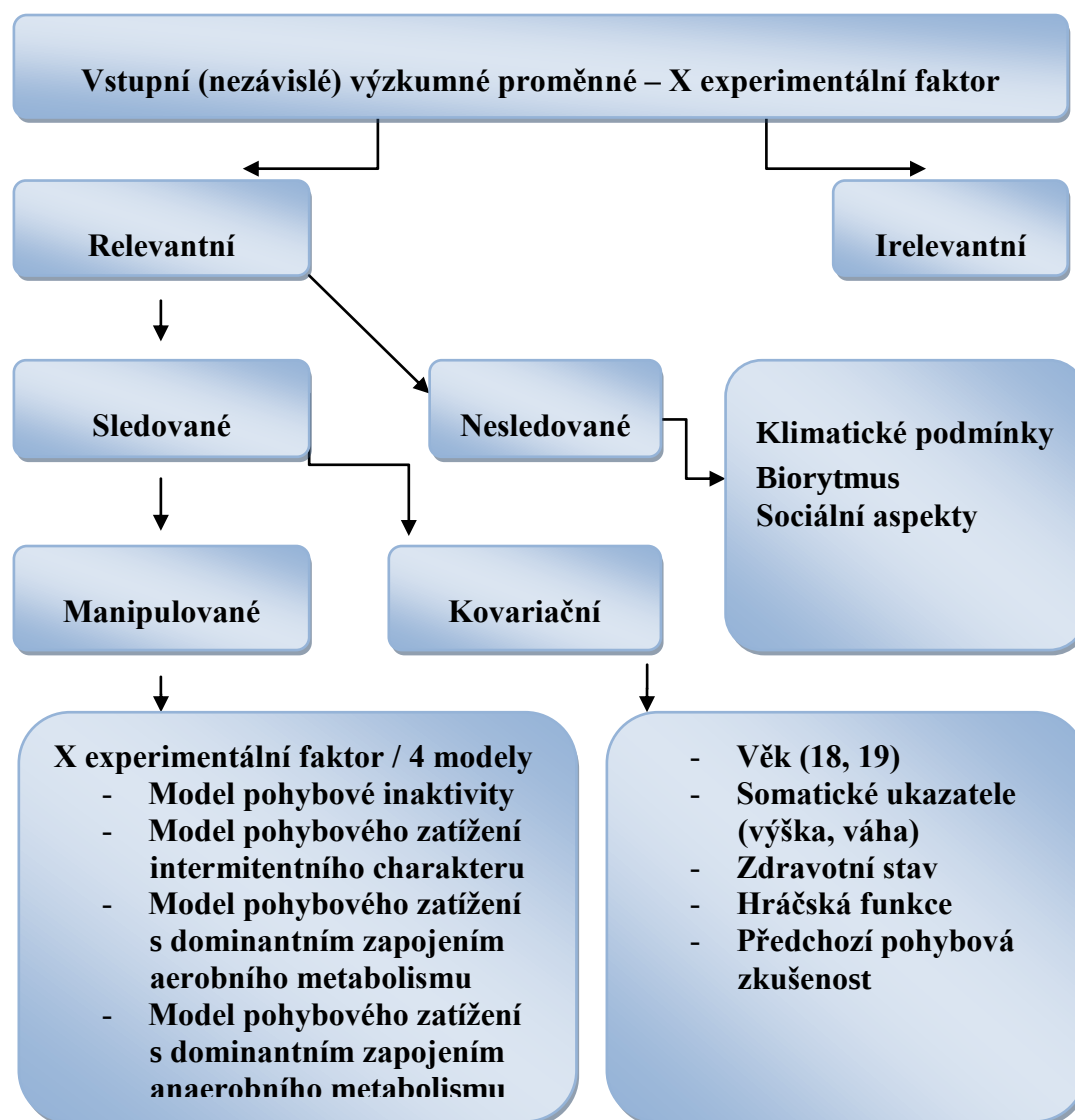
Schéma 1 Identifikace typu designu (Trochim, 2001)



Deskripce výzkumných proměnných

Vstupní (nezávislou, příčinnou) proměnnou neboli experimentální faktor (X) tvoří modely pohybového zatížení. S tímto hlavním, přímo kontrolovaným experimentálním faktorem bylo aktivně manipulováno. Vstupní proměnná byla prezentována čtyřmi modely: 1. model pohybové inaktivita, 2. model pohybového zatížení s dominantním zapojením aerobního metabolismu, 3. model pohybového zatížení intermitentního charakteru, 4. model pohybového zatížení s dominantním zapojením anaerobního metabolismu. Kovariační (doprovodné, spolupůsobící) proměnné, včetně experimentálního faktoru, jež by mohly zasahovat do tohoto experimentu, zpřehledňuje (schéma 2).

Schéma 2 Vstupní proměnné kvaziexperimentu

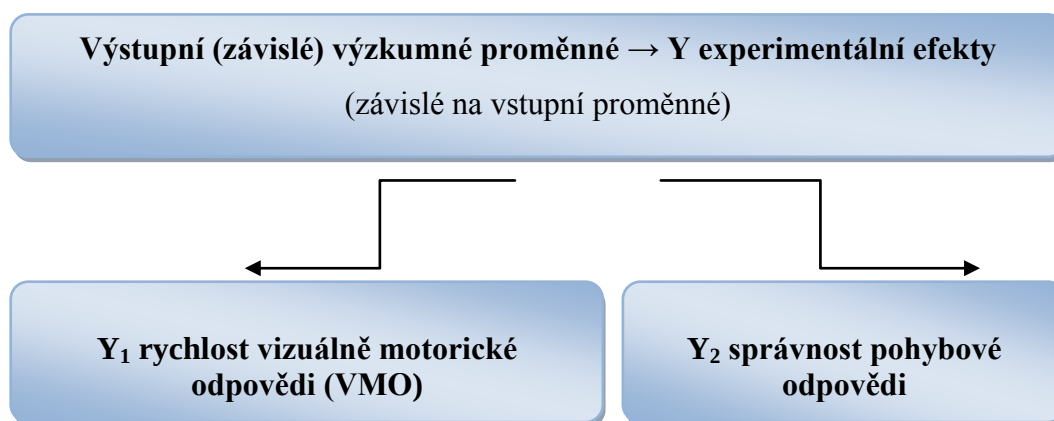


Legenda: X – experimentální faktor

Výstupní (závislé, efektové) proměnné neboli experimentální efekty (Y1 a Y2) byly závislé na manipulaci s přímo kontrolovaným experimentálním faktorem X. V tomto kvaziexperimentu byly charakterizovány dvěma komponentami (schéma 3)

- Y1 – rychlostí vizuálně motorické odpovědi - VMO, zjišťovaná pomocí softwarového programu Dartfish na základě prezentace videoukázek útočných HSi.
- Y2 – správnost pohybové odpovědi, zjišťovaná pomocí softwarového programu Dartfish na základě prezentace videoukázek útočných HSi a vyhodnocována na základě expertního posouzení.

Schéma 3 Výstupní proměnné kvaziexperimentu



Legenda: Y1 – rychlost vizuálně motorické odpovědi (VMO), Y2 – správnost pohybové odpovědi

Charakteristika výzkumného souboru

Definovaná populace (opora výběru), neboli základní soubor (N = 120) tvořili hráči fotbalu z dorostenecké extraligy v Praze a středočeském kraji. Na reprezentativní výběr byla použita randomizační procedura pomocí tabulky náhodných čísel. Výzkumný soubor tvořilo 42 hráčů fotbalu (n = 42). Žádný z testovaných neuvedl skutečnosti, které by mohly ovlivnit průběh měření. V průběhu posledních dvou let žádný z testovaných neutrpěl vážné zranění pohybového aparátu, ani nebyly indikovány příznaky onemocnění kardiovaskulárního systému. Žádný z testovaných tak nebyl kontraindikován pro aplikaci aerobního, intermitentního a anaerobního pohybového zatížení.

Výzkum byl schválen etickou komisí FTVS UK a testování byli informováni o průběhu testování a svým podpisem dali souhlas k měření. Souhlas etické komise a vzor informovaného souhlasu je součástí příloh. Tato šetření se realizovala v rámci projektu GAUK č. 11013 „Fyzická zátěž organismu jako faktor ovlivňující percepčně kognitivní funkce“.

Základní charakteristika výzkumného souboru je definována níže:

- pohlaví: muž
- věk: $19 \pm 1,2$ roků
- výška: $179 \pm 2,9$ cm
- hmotnost: $76 \pm 3,2$ kg
- předchozí pohybová zkušenost – respondenti absolvovali min. 10 let řízené účasti fotbalového tréninkového procesu
- habituální pohybová aktivita – všichni respondenti pravidelně absolvovali čtyři tréninkové jednotky a jedno utkání v týdnu.

Konstrukce diagnostického nástroje

Konstrukce tohoto nástroje byla víceúrovňová a zahrnovala tyto komponenty:

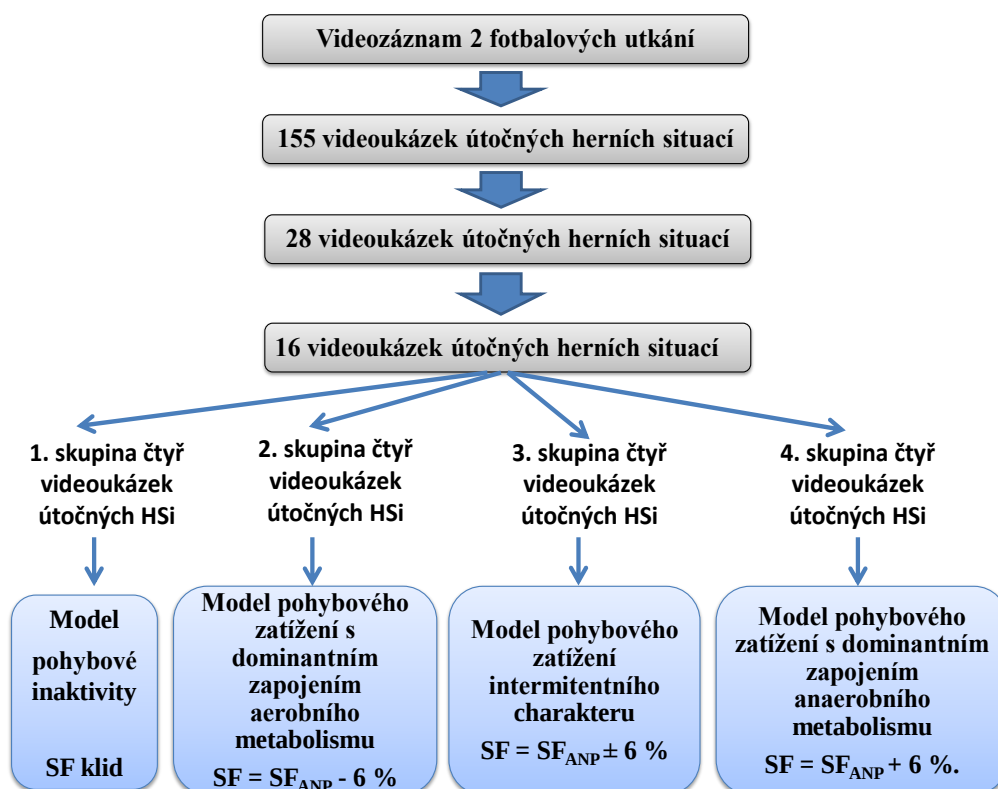
- a) Techniku pořízení videozáznamu herních situací.
- b) Strategii a selekci útočných herních situací.
- c) Trénink posuzovatelů.
- d) Expertní posouzení útočných herních situací: obsahová validita vybraných indikátorů.
- e) Hodnocení VMO a správnosti pohybových odpovědí.

Prostřednictvím takto zkonstruovaného nástroje bude možné u respondentů současně hodnotit VMO a správnost pohybové odpovědi po různých modelech pohybového zatížení. Tyto dvě proměnné jsou vhodnými indikátory reprezentující výkon v kognitivních funkcích.

Obsahová validita vybraných indikátorů byla určena podle Lawshe (1975) na základě míry shody jednotlivých posuzovatelů. Míra shody posuzovatelů (jednotliví členové expertní skupiny) byla .99 ve 28 útočných HSi. Vzhledem k designu výzkumu bylo vybráno 16 videoukázek útočných HSi s nejvyšší mírou shody expertů byly náhodně tříděny (podle tabulky náhodných čísel) do čtyř skupin po čtyřech. Každá

skupina tak obsahovala 4 videoukázky útočných HSi, které byly prezentovány subjektům ihned po skončení modelu pohybového zatížení. Ke každému modelu pohybového zatížení byla náhodně přiřazena skupina 4 videoukázek útočných HSi. (Schéma 4) znázorňuje strategii výběru a přiřazení herních situací do skupin.

Schéma 4 Strategie výběru a přiřazení herních situací do skupin



Hodnocení vizuálně motorické odpovědi a správnosti pohybové odpovědi

Hodnocení VMO a správnosti pohybové odpovědi bylo realizováno prostřednictvím diagnostického nástroje, který byl zkonstruován výzkumníkem. Tato konstrukce vycházela z požadavků administrace dynamického zobrazování herního děje pomocí videozáznamu (Helsen & Pauwels, 1988).

Tento diagnostický nástroj zahrnuje několik oblastí:

1) Vizualizaci videoukázek herních situací na velkoplošnou projekci.

Doba trvání jednotlivé videoukázky útočné HSi byla 3 s. Doba trvání, ve které respondent musel vybrat nejefektivnější alternativu pohybové odpovědi, byla max. 2 s. Celková doba trvání prezentace jedné skupiny videoukázek byla od 16 do 20 s. Tímto

byla zajištěna dominantní převaha zapojení energetického metabolismu právě absolvovaného modelu pohybového zatížení. Toto je v souladu se zjištěními od autorů Ostojic et al. (2010) jejichž výsledky potvrdily, že průměrná SF ve 20 s po ukončení vysoce intenzivní činnosti dosahuje hodnot $94.5 \pm 2.9 \% \text{ SF}_{\text{max}}$.

2) Testování respondentů ve výběru pohybové odpovědi a VMO.

Ihned po absolvovaném modelu pohybovém zatížení se okamžitě respondent přesunul z běhacího koberce (cca do 3 s) před velkoplošnou projekci. Zde se postavil na předem označené místo, které bylo ve vzdálenosti 5 m od velkoplošné projekce. V tuto chvíli byla spuštěna videoukázka útočné HSi. Po skončení videoukázky bylo úkolem respondenta vybrat co nejrychleji nejefektivnější pohybovou odpověď a tuto pohybovou odpověď provést v nejkratší době. VMO a volba pohybové odpovědi byly testovány za těchto podmínek:

- a) VMO zahrnovala čas od zastavení třísekundové videoukázky útočné HSi až po dotek míče respondentovi dolní končetiny. Míč byl umístěn 50 cm od střední osy těla, resp. dolních končetin. Základní poloha respondenta byl stoj rozkročný.
- b) Volba pohybové odpovědi zahrnovala výběr jedné ze sedmi alternativ pohybové odpovědi (obrázek 1). Vybraná alternativa reprezentovala nejefektivnější pohybovou odpověď v dané HSi. Alternativami pohybové odpovědi byly:
 - přihrávka vpřed – respondent provedl přihrávku vpřed
 - přihrávka vpravo – respondent provedl přihrávku vpravo
 - přihrávka vlevo – respondent provedl přihrávku vlevo
 - přihrávka šikmo vpravo – respondent provedl přihrávku šikmo vpravo
 - přihrávka šikmo vlevo – respondent provedl přihrávku šikmo vlevo
 - obcházení soupeře – respondent provedl zašlápnutí míče ploskou dolní končetiny
 - vedení míče – respondent provedl vedení míče cca 1 m .



Obrázek 1 Sedm alternativ pohybové odpovědi

3) Videozáznam výběru pohybové odpovědi a VMO.

Testová úloha tzn. výběr nejefektivnější pohybové odpovědi a VMO byla zaznamenávána videokamerou SONY HDR PJ220E. Videokamera byla umístěna za zády testované osoby ve vzdálenosti 5 m a v úhlu 45° od střední osy respondenta. Důvodem bylo zachytit v objektivu videokamery současně okamžik, kdy se videoukázka útočné HSi zastavila a moment doteku dolní končetiny a míče (obrázek 2). Takto pořízený videozáznam byl z paměťové karty SDHC 16GB importován do softwarového programu Dartfish, který umožnil výzkumníkovi měřit jak VMO, jež byla odečtena z digitálního videozáznamu testové úlohy s přesností na 0,04 s, tak hodnotit správnost pohybové odpovědi útočných HSi na základě expertního posouzení.



Obrázek 2 Videozáznam výběru pohybové odpovědi a VMO na videokameru

Hodnocení relativní intenzity pohybového zatížení

V současnosti se pro kvalitativní a kvantitativní analýzu intenzity pohybového zatížení uplatňuje koncept intenzitních pásem (tréninkových, cílových zón) SF (Wilmore & Costill, 1993; Bunc, 1996; Heller, 1996; Psotta, 2003). Tento koncept vychází z poznatků o vztazích mezi intenzitou pohybového zatížení, energetickým metabolismem a SF, využívá při tom princip anaerobního prahu. Čas strávený v předem určených intenzitních pásmech SF informuje o modelech pohybového zatížení a může být orientačním prediktorem míry aktivace aerobního a anaerobního metabolismu (Melanson & Freedson, 1996). Kromě úhrnné doby výskytu SF v jednotlivých intenzitních pásmech se právě časové intervaly SF nad ANP a jejich počet považují za významnou informaci o modelech pohybového zatížení (Armstrong et al., 1990; Janz et al., 1992).

Stanovení individuálních pásem intenzit pohybového zatížení

Jako operativní ukazatel těchto intenzit se používají hodnoty SF (Psotta a kol., 2006). SF na úrovni SF_{ANP} , resp. SF_{AP} je v našem výzkumu určena pomocí laboratorního stupňovaného zátěžového testu na běhátku do maxima, který absolvovali všichni respondenti v rámci funkčních zátěžových testů ve svých mateřských fotbalových klubech. SF_{ANP} a SF_{AP} vymezují čtyři pásma metabolického zatížení, jež lze vyjádřit příslušnými hodnotami SF (Psotta a kol., 2006).

Monitorování pohybového zatížení

K monitorování pohybového zatížení slouží měření SF (Saris, 1996). Jedná se o obecně uznávaný a široce užívaný objektivní fyziologický ukazatel pohybové aktivity. Při věcném hodnocení a interpretaci výsledků měření SF v pohybové činnosti je třeba respektovat, že SF je „jen“ nepřímým ukazatelem zatížení organismu (Heller, 1996). Měření SF lze tedy využít k hodnocení relativní intenzity pohybového zatížení (Psotta, 2003; Frýbort, Kokštejn, Buzek, & Süß, 2011). V našem výzkumu jsme k monitorování SF použili kardiotachometr od firmy Polar - Polar RS800. Přesnost měření je kolem 1 % (Bunc, 1990). Kriteriační validita SF ve vztahu k EKG se pohybuje v rozmezí $r = 0.95-0.97$ se standardní chybou 5-6 tepů/min⁻¹.

Charakteristika a administrace čtyř modelů pohybového zatížení

Model pohybové inaktivity

Pohybová inaktivita je charakterizována nečinností a hodnotami klidové SF po dobu trvání 1 min. Znamená to tedy, že respondenti neabsolvovali žádné pohybové zatížení, které by vyvolalo vnitřní odezvu organismu prostřednictvím zvýšené SF. Doba trvání tohoto modelu pohybové inaktivity (MP-IN) byla od 2 do 5 min. v závislosti na rychlosti dosažení SF klid u jednotlivých respondentů.

Model pohybového zatížení s dominantním zapojením aerobního metabolismu

Model pohybového zatížení s dominantním zapojením aerobního metabolismu (MPZ-AE) je metabolicky určen schopností organismu produkovat energii aerobními procesy štěpením cukrů a tuků a podmiňuje pohybový výkon, který trvá cca od 90 s až po několik hodin. Respondenti absolvovali jednorázové pohybové zatížení prostřednictvím běžecké lokomoce na běhacím koberci. Doba trvání MPZ-AE byla 4 min. s hraničními hodnotami $SF = SF_{ANP} - 6 \%$ u jednotlivých respondentů. Po dosažení $SF = SF_{ANP} - 6 \%$ byla u jednotlivých respondentů udržována kontinuální rychlost běhacího koberce v rozmezí 12-14,5 km/h (lokomoční aktivita ve středních rychlostech) v závislosti na vnitřní odezvě organismu prostřednictvím SF. Samotné administraci MPZ-AE předcházela 3min. pohybová činnost-zpracování organismu (lokomoční aktivita v nízkých rychlostech) s postupně zvyšující se rychlostí běhacího koberce o 1 km/h každou minutu. Počáteční rychlost běhacího koberce byla 10 km/h.

Model pohybového zatížení intermitentního charakteru

Model pohybového zatížení intermitentního charakteru (MPZ-INTER) je metabolicky určen schopností organismu produkovat energii aerobními procesy i anaerobními procesy. MPZ-INTER byl charakterizován opakovanými krátkodobými až střednědobými pracovními intervaly běžecké lokomoce téměř maximálním úsilím v době trvání 15 - 40 s, které byly ohraničeny hodnotou $SF = SF_{ANP} + 6 \%$ reflektující dosažení vyššího anaerobního prahu a rychlostí běhacího koberce 17-19 km/h (lokomoční aktivita ve vysokých rychlostech) se sklonem 5° z důvodu rychlejšího dosažení $SF = SF_{ANP} + 6 \%$ a aktivace anaerobní glykolýzy. Po dosažení této hodnoty

SF, respondenti vystřídalali tento pracovní interval se zotavným intervalem reprezentovaný tělesným klidem. Doba trvání zotavného intervalu byla 15 – 40 s a byla ohraničena hodnotami $SF = SF_{ANP} - 6 \%$. Další začátek pracovního intervalu byl indikován hodnotou $SF = SF_{ANP} - 6 \%$. Vzhledem interindividuálním odlišnostem zotavovacích schopností organismu respondentů, MPZ-INTER zahrnoval čtyři pracovní intervaly a tři nebo čtyři zotavné intervaly. Celková doba trvání MPZ-INTER byla 4 min. Samotné administraci MPZ-INTER předcházela pohybová činnost (lokomoční aktivita ve středních rychlostech) s dobou trvání 1 min. při rychlosti běhacího koberce 14km/h s postupně se zvyšující rychlostí běhacího koberce o 2 km/h každých 20 s až k hodnotě $SF = SF_{ANP} - 6 \%$.

Model pohybového zatížení s dominantním zapojením anaerobního metabolismu

Model pohybového zatížení s dominantním zapojením anaerobního metabolismu (MPZ-ANAE) je metabolicky určen schopností organismu produkovat energii pro svalovou činnost neoxidativními procesy. Respondenti absolvovali jednorázové pohybové zatížení prostřednictvím běžecké lokomoce na běhacím koberci s 5° sklonem. Doba trvání MPZ-ANAE byla 30 s. s hodnotami $SF = SF_{ANP} + 6 \%$ u jednotlivých respondentů. Po dosažení $SF = SF_{ANP} + 6 \%$ byla udržována kontinuální rychlost běhacího koberce v rozmezí 17-19 km/h (lokomoční aktivita ve vysokých rychlostech, sprint). Samotné administraci MPZ-ANAE předcházela pohybová činnost (lokomoční aktivita ve středních a vysokých rychlostech) s dobou trvání 45 s a s postupně zvyšující se rychlostí běhacího koberce o 2 km/h každou 15 s. Počáteční rychlost běhacího koberce byla 14 km/h.

Plán postupu měření

1. Praktické osvojení kódování pohybových odpovědí.
2. Administrace MP-IN.
3. Měření VMO a správnosti pohybových odpovědí z 1. skupiny videoukázek útočných HSi.
4. Administrace MPZ-AE.
5. Měření VMO a správnosti pohybových odpovědí z 2. skupiny videoukázek útočných HSi.
6. Administrace MPZ-INTER.

7. Měření VMO a správnosti pohybových odpovědí z 3. skupiny videoukázek útočných HSi.
8. Administrace MPZ-ANAE.
9. Měření VMO a správnosti pohybových odpovědí ze 4. skupiny videoukázek útočných HSi.

Běhací koberec (běhátko, běhací pás) – při běhu na běhátku jsou dynamicky zatěžovány svaly dolních končetin, trupu i horních končetin. Velikost pohybové zátěže regulujeme změnou rychlosti pásu v km/h nebo zvyšováním sklonu celého běhátka. Pro hráče fotbalu je laboratorní vyšetření na běhátku nejbližší dynamickému pohybovému stereotypu na který jsou zvyklí ze své sportovní specializace (chůze a běh).

Dartfish – softwarový program Dartfish slouží jako kompletní analytický nástroj k analýze videozáznamů a měření 2D dat a je dále využíván ve studiích zabývajících se problematikou výzkumu percepčních a kognitivních dovedností ve fotbalu, zaměřených na hodnocení rychlosti provedení vybraných pohybů a volby pohybové odpovědi (Serpell, Ford, & Warren, 2010; Serpell, Warren, & Ford, 2011; Put, Wagemans, Jaspers, & Helsen, 2013; Shamil & Fadhil, 2013). Z tohoto důvodu se program Dartfish jeví jako vhodný analytický nástroj pro naše potřeby výzkumu. Digitalizace videoklipů (HSi) z videokamery SONY HDR PJ220E umožňuje prostřednictvím tohoto programu současně hodnocení VMO s přesností 0.04 s na straně jedné a hodnocení správnosti pohybové odpovědi na straně druhé.

Analýza sledovaných proměnných a použité statistické metody

Hodnocení správnosti pohybové odpovědi v útočných HSi byla skórovaná na pěti bodové Likertově škále (od 1 do 5). Tento typ dat představuje data ordinální. Ordinální (pořadová) škála umožňuje vlastností přiřadit čísla tak, že vyjadřují pořadí podle daného kritéria. Tato čísla však informují pouze o pořadí měřených objektů, aniž by však byla schopna vyjádřit číselně vzdálenost rozdílů mezi nimi (Trochim, 2001). Objekty v našem výzkumu byly alternativy pohybové odpovědi. Ke každé pohybové odpovědi tak byla přiřazena číselná hodnota vyjadřující míru efektivity pohybové odpovědi. Dosažené skóre u jednotlivých alternativ určuje pořadí pohybových

odpovědi v dané herní situaci. Alternativa pohybové odpovědi s nejnižším dosaženým skóre je klasifikována jako nejefektivnější pohybová odpověď. Alternativa pohybové odpovědi s nejvyšším dosaženým skóre je klasifikována jako neefektivní pohybová odpověď.

VMO je vyjádřena v jednotkách času (ms). Tento typ dat představuje data poměrová (intervalová). U intervalové škály je definovaná jednotka měření, která však nemá přirozený nulový bod (Trochim, 2001).

Pro ověření normality rozdělení dat jsme v našem výzkumu zvolili dva způsoby:

- a) **Shapiro-Wilkův test** je využíván v případě malého až středního rozsahu dat ($n < 2000$). Na testovou statistiku W lze pohlížet jako na korelaci mezi pozorovanými hodnotami a jejich normálními skóry. Testová statistika dosahuje hodnoty 1 v případě, že data vykazují perfektní shodu s normálním rozdělením. Je-li W statisticky významně nižší než 1, zamítáme nulovou hypotézu o shodě s normálním rozložením.
- b) **Kolmogorov-Smirnův test** je vhodný pro posuzování rozdílů ve složení (struktuře) dvou skupin a je založený na srovnávání distribučních funkcí ve dvou výběrech. Testové kritérium D zkoumá absolutní hodnoty největšího rozdílu distribuční funkce prvního výběru a distribuční funkce druhého výběru.

Pro statistické zpracování dat v naší studii bude použita statistická metoda jednofaktorové analýzy rozptylu.

Analýzu rozptylu (ANOVA) představuje statistickou techniku podobnou regresní analýze v tom smyslu, že pomocí ní můžeme interpretovat vztahy mezi jednou závisle proměnnou a jednou nebo více proměnnými nezávislými.

Předmětem testování je zjišťování statistické významnosti v poměru mezi rozptylem způsobeným faktorem analýzy měřicího přístroje (MSA) a náhodným rozptylem (MSR).

$$F = \frac{\text{variance between treatments}}{\text{variance within treatments}}$$

Pro vyjádření míry variability výsledků více než dvou nezávislých souborů lze použít Kruskal-Wallisovu neparametrickou podobu ANOVY. Tato neparametrická

forma ANOVY je postavena na srovnávání výběrových mediánů. Pokud již nemají jednotlivé výsledky charakter ordinálních dat, je kvantifikovaným znakům přiřazeno určité pořadí. Pokud je však cílem analyzovat nezávisle proměnnou u více závislých výběrů a zároveň není možné dodržet podmínky pro parametrickou podobu ANOVY je nutné využít Friedmanův test. Ten stejně jako v případě Kruskal Wallisova přístupu porovnává mediány (Siegel & Castellan, 1988). Friedmanův test je také považován za alternativní přístup pro ANOVU s opakováním (Zimmermann & Zumbo, 1993). V případě zjištění signifikantnosti rozdílu mezi mediány je třeba ve Friedmanově testu také použít následnou Post-hoc analýzu, která determinuje, mezi kterými hladinami zvoleného faktoru je signifikantní rozdíl.

Před posouzením statistické významnosti bylo z praktického hlediska důležité zhodnotit věcnou (praktickou) významnost, tzv. „size of effect“. Pro hodnocení věcné významnosti rozdílů byl použit výpočet Cohenova koeficientu velikosti účinku d , s užitím sdružené směrodatné odchylky (Cohen, 1977). Podle koncepce Cohena (1977) byly hodnoty koeficientu $d < 0.50$ považovány jako malý účinek faktoru způsobujícího rozdíl, hodnoty $d = 0.50-0.80$ jako středně velký účinek, resp. rozdíl a hodnoty $d > 0.80$ jako velký účinek, resp. jako věcně významný rozdíl (Cohen, 1977).

Následně byla hodnocena statistická významnost rozdílů skupinových průměrů hodnot sledovaných proměnných. Statistická hladina významnosti byla stanovena na $p < 0.05$ (k zamítnutí nulové hypotézy).

Pro vyjádření závislosti mezi jednotlivými HSi uvnitř každého modelu pohybového zatížení jsme použili polychorickou korelační matici, určenou pro polytomní typ dat (Jöreskog, 1990). Tato korelační matice zkoumala, do jaké míry mohli hráči z řešení jedné HSi usuzovat na správnost řešení následující HSi, tzn., zda mohl být výsledek ovlivněn podobností řešených úloh, nebo zda byly HSi na sobě v hodnoceném konceptu správnosti nezávislé. Výsledky vyjadřující závislost mezi jednotlivými HSi uvnitř každého modelu pohybového zatížení.

Ke zpracování naměřených hodnot a grafickému znázornění výsledků byly použity statistický program SPSS 17.0 a program Excel.

VÝSLEDKOVÁ ČÁST

Pro vyjádření vzájemné závislosti jednotlivých herních situací v každém modelu pohybového zatížení, byla použita metoda polychorické korelační matice, určená pro polytomní data. Pro zjištění významnosti rozdílů efektivity volby pohybové odpovědi u jednotlivých modelů pohybového zatížení byl použit Friedmanův test. Hodnocení významnosti rozdílů VMO u jednotlivých modelů pohybového zatížení proběhlo na základě Friedmanova testu s následnou post-hoc analýzou. Současně byla v tomto vztahu hodnocena také věcná významnost rozdílů pomocí Cohenova koeficientu velikosti účinku d . Vzájemný vztah mezi VMO a správností pohybové odpovědi u jednotlivých modelů pohybového zatížení byl hodnocen pomocí Spearmanova korelačního koeficientu.

Výsledky analýzy vztahu závislosti mezi jednotlivými herními situacemi ve čtyřech modelech pohybového zatížení

Výsledky polychorické korelační matice (-0.437 – 0.306) potvrdily statistickou nezávislost mezi jednotlivými položkami (HSi), ve čtyřech skupinách videoukázek útočných HSi administrovaných pro předem vybraný model pohybového zatížení. Respondenti tudíž nemohli z předchozí HSi s dostatečnou přesností předem predikovat správnost pohybové odpovědi následující HSi.

Výsledky skóre správnosti pohybové odpovědi v jednotlivých herních situacích po administraci čtyř modelů pohybového zatížení

Z výsledků celkového průměrného skóre 1. skupiny videoukázek útočných HSi1-HSi4, které byly prezentovány po ukončení MP-IN (tabulka 1), je zřetelná tendence respondentů vybírat na škále 1-5 alternativu pohybové odpovědi „dobré řešení“ hodnocené hodnotou 3. Respondenti spíše inklinovali k pohybové odpovědi, která reprezentovala pokračování útočné herní kombinace, tzn., že zahrnovala, jak udržení součinnosti se spoluhráči s minimální pravděpodobností ohrožení branky soupeře, tak také zvýšené riziko ztráty míče.

Tabulka 1 Výsledky skóre 1. skupiny videoukázek útočných HSi po administraci modelu pohybové inaktivity

Skóre HSi1-HSi4 v MP-IN	M ± SD	Rozptyl s ²	Medián (M e)
Skóre HSi1	2,21 ± 1,15	1,34	2
Skóre HSi2	2,54 ± 1,31	1,71	2
Skóre HSi3	3,02 ± 1,56	2,46	2
Skóre HSi4	2,88 ± 1,56	2,45	2
Celkové průměrné skóre HSi1-HSi4	2,66 ± 0,57	0,33	2,75

Legenda: M ± SD – aritmetický průměr ± směrodatná odchylka, HSi1 – herní situace 1, HSi2 – herní situace 2, HSi3 – herní situace 3, HSi4 – herní situace 4, MP-IN - modelu pohybové inaktivity

Z výsledků celkového průměrného skóre 2. skupiny videoukázek HSi1-HSi4, které byly prezentovány po ukončení MPZ-AE (tabulka 2), respondenti nejčastěji vybírali na škále 1-5 alternativu pohybové odpovědi „velmi dobré řešení“, hodnocené hodnotou 2 a „dobré řešení“, hodnocené hodnotou 3. Vybrané alternativy tak u respondentů reprezentovaly překonání soupeře, pokračování součinnosti se spoluhráči s pravděpodobností ohrožení branky soupeře společně s mírným až zvýšeným rizikem ztráty míče.

Tabulka 2 Výsledky skóre 2. skupiny videoukázek útočných HSi po administraci modelu pohybového zatížení s dominantním zapojením aerobního metabolismu

Skóre HSi1-HSi4 v MPZ-AE	M ± SD	Rozptyl s ²	Medián (M e)
Skóre HSi1	2,95 ± 1,59	2,53	2
Skóre HSi2	2,28 ± 1,36	1,86	2
Skóre HSi3	2,71 ± 1,59	2,55	2
Skóre HSi4	2,54 ± 1,21	1,47	2
Celkové průměrné skóre HSi1-HSi4	2,62 ± 0,7	0,49	2,5

Legenda: M ± SD – aritmetický průměr ± směrodatná odchylka, HSi1 – herní situace 1, HSi2 – herní situace 2, HSi3 – herní situace 3, HSi4 – herní situace 4, MPZ-AE - model pohybového zatížení s dominantním zapojením aerobního metabolismu

Z výsledků celkového průměrného skóre 3. skupiny videoukázek HSi1-HSi4, které byly prezentovány po ukončení MPZ-INTER (tabulka 3), respondenti nejčastěji vybírali na škále 1-5 alternativu pohybové odpovědi „velmi dobré řešení“, hodnocené hodnotou 2 a „dobré řešení“, hodnocené hodnotou 3. Vybrané alternativy tak u respondentů reprezentovaly překonání soupeře, pokračování součinnosti se spoluhráči

s pravděpodobností ohrožení branky soupeře společně s mírným až zvýšeným rizikem ztráty míče.

Tabulka 3 Výsledky skóre 3. skupiny videoukázek útočných HSi po administraci modelu pohybového zatížení intermitentního charakteru

Skóre HSi1-HSi4 v MPZ-INTER	M ± SD	Rozptyl s ²	Medián (M e)
Skóre HSi1	2,09 ± 1,33	1,79	2
Skóre HSi2	2,28 ± 1,17	1,37	2
Skóre HSi3	2,3 ± 1,13	1,29	2
Skóre HSi4	2,61 ± 1,41	1,99	2
Celkové průměrné skóre HSi1-HSi4	2,32 ± 0,60	0,36	2,5

Legenda: M ± SD – aritmetický průměr ± směrodatná odchylka, HSi1 – herní situace 1, HSi2 – herní situace 2, HSi3 – herní situace 3, HSi4 – herní situace 4, MPZ-INTER - modelu pohybového zatížení intermitentního charakteru

Z výsledků celkového průměrného skóre 4. skupiny videoukázek HSi1-HSi4, které byly prezentovány po ukončení MPZ-ANAE (tabulka 4), respondenti nejčastěji vybírali na škále 1-5 alternativu pohybové odpovědi „velmi dobré řešení“ hodnocené hodnotou 2 a „dobré řešení“ hodnocené hodnotou 3. Vybrané alternativy tak u respondentů reprezentovaly překonání soupeře, pokračování součinnosti se spoluhráči s pravděpodobností ohrožení branky soupeře společně s mírným až zvýšeným rizikem ztráty míče.

Tabulka 4 Výsledky skóre 4. skupiny videoukázek útočných HSi po administraci modelu pohybového zatížení s dominantním zapojením anaerobního metabolismu

Skóre HSi1-HSi4 v MPZ-ANAE	M ± SD	Rozptyl s ²	Medián (M e)
Skóre HSi1	2,16 ± 1,20	1,45	2
Skóre HSi2	2,47 ± 1,29	1,67	2
Skóre HSi3	2,64 ± 1,49	2,23	2
Skóre HSi4	2,78 ± 1,55	2,41	2,5
Celkové průměrné skóre HSi1-HSi4	2,52 ± 0,62	0,38	2,5

Legenda: M ± SD – aritmetický průměr ± směrodatná odchylka, HSi1 – herní situace 1, HSi2 – herní situace 2, HSi3 – herní situace 3, HSi4 – herní situace 4, MPZ-ANAE - model pohybového zatížení s dominantním zapojením anaerobního metabolismu

Na základě analýzy rozptylu bylo vypočítáno testové kritérium Chí-kvadrát = 6,94. Tato hodnota kritéria se neukázala na hladině $p < 0.05$ ($p = 0,0897$) jako

statisticky významná. Mezi jednotlivými modely pohybového zatížení tak nebyla prokázána významná rozdílnost v efektivitě volby pohybové odpovědi (tabulka 5). Z tabulky je dále patrné, že je u respondentů zvýšená tendence volit efektivnější pohybovou odpověď po administraci MPZ-INTER, než u ostatních modelů pohybového zatížení.

Tabulka 5 Výsledky hodnot z celkového skóre HSi1-HSi4 v každém ze čtyř modelů pohybového zatížení

Model pohybového zatížení	M ± SD	Rozptyl s ²	Medián (M e)
HSi1- HSi4 v MP-IN	10,66 ± 2,29	5,25	11
HSi1- HSi4 v MPZ-AE	10,5 ± 2,81	7,91	10
HSi1- HSi4 v MPZ-INTER	9,3 ± 2,39	5,73	10
HSi1- HSi4 v MPZ-ANAE	10,07 ± 2,48	6,16	10

Legenda: M ± SD – aritmetický průměr ± směrodatná odchylka, HSi1 – herní situace 1, HSi2 – herní situace 2, HSi3 – herní situace 3, HSi4 – herní situace 4. MPZ-AE – model pohybového zatížení s dominantním zapojením aerobního metabolismu, MPZ-ANAE – model pohybového zatížení s dominantním zapojením anaerobního metabolismu, MP-IN – model pohybové inaktivity, MPZ-INTER – model pohybového zatížení intermitentního charakteru

Výsledky hodnot průměrů vizuálně motorické odpovědi mezi jednotlivými modely pohybového zatížení vyjádřené pomocí Cohenova koeficientu účinku

U respondentů byl zjištěn věcně významný rozdíl ve VMO mezi MPZ-AE na straně jedné a MPZ-INTER, indikovaný koeficientem 0,60[†] (středně velký rozdíl) a MPZ-ANAE, indikovaný koeficientem 0,67[†] (středně velký rozdíl) na straně druhé (tabulka 6). Navíc zde byl zjištěn statisticky významný rozdíl v průměrných hodnotách VMO mezi MPZ-AE a MPZ-ANAE $p < 0.05$ (MPZ-AE: 897 ms, MPZ-ANAE: 940 ms), jak je patrné z tabulky 11.

Tabulka 6 Výsledky hodnot VMO mezi jednotlivými modely pohybového zatížení vyjádřené pomocí Cohenova koeficientu účinku.

	MP-IN	MPZ-AE	MPZ-INTER	MPZ-ANAE
MP-IN				
MPZ-AE	0.37			
MPZ-INTER	0.21	0.60 [†]		
MPZ-ANAE	0.35	0.67 [†]	0.17	

Legenda: MPZ-AE – model pohybového zatížení s dominantním zapojením aerobního metabolismu, MPZ-ANAE – model pohybového zatížení s dominantním zapojením anaerobního metabolismu, MP-IN – model pohybové inaktivity, MPZ-INTER – model pohybového zatížení intermitentního charakteru, [†]d = 0.50-0.80 (středně velký rozdíl)

Výsledky hodnot vizuálně motorické odpovědi v jednotlivých herních situacích po administraci čtyř modelů pohybového zatížení

Z výsledků (tabulka 7) je patrné, že průměrné hodnoty VMO u 1. skupiny útočných videoukázek HSi1-HSi4, prezentované po MP-IN neprokázaly statisticky ($p < 0.05$) a věcně významné rozdíly. Z HSi1-HSi4 prezentovaných po MP-IN lze usuzovat, že pro respondenty vykazovaly stejně obtížné úlohy. Nejrychlejší VMO bylo dosaženo u HSi1 (906,90 ms) a nejpomalejší u HSi4 (924,52 ms).

Tabulka 7 Výsledky hodnot VMO u 1. skupiny útočných videoukázek HSi1-HSi4 po administraci modelu pohybové inaktivity.

Hodnoty VMO (ms) v HSi1-HSi4 po administraci MP-IN	M $\pm$ SD (ms)	Rozptyl s^2	Medián (Me)
Hodnoty VMO v HSi1	906,90 $\pm$ 84,29	7104,82	900
Hodnoty VMO v HSi2	917,61 $\pm$ 121,55	14774,68	920
Hodnoty VMO v HSi3	923,80 $\pm$ 97,30	9468,06	940
Hodnoty VMO v HSi4	924,52 $\pm$ 82,82	6859,52	940

Legenda: Legenda: M $\pm$ SD – aritmetický průměr $\pm$ směrodatná odchylka, VMO – vizuálně motorická odpověď, HSi1 – herní situace 1, HSi2 – herní situace 2, HSi3 – herní situace 3, HSi4 – herní situace 4, MP-IN – model pohybové inaktivity

Výsledky průměrných hodnot VMO u 2. skupiny útočných videoukázek HSi1-HSi4, prezentovaných po administraci MPZ-AE, neprokázaly statisticky ($p < 0.05$) a věcně významné rozdíly (tabulka 8). Nejrychlejší VMO bylo dosaženo u HSi2 (885,71 ms) a nejpomalejší u HSi1 (904,76 ms). Hodnoty VMO tak pro respondenty vykazovaly stejně obtížné úlohy.

Tabulka 8 Výsledky hodnot VMO u 2. skupiny videoukázek útočných HSi1-HSi4 po administraci modelu pohybového zatížení s dominantním zapojením aerobního metabolismu

Hodnoty VMO (ms) v HSi1-HSi4 po administraci MPZ-AE	M ± SD (ms)	Rozptyl s^2	Medián (M e)
Hodnoty VMO v HSi1	904,76 ± 84,715	7176,771	900
Hodnoty VMO v HSi2	885,71 ± 84,07	7068,99	900
Hodnoty VMO v HSi3	896,19 ± 112,37	12629,04	910
Hodnoty VMO v HSi4	901,42 ± 94,16	8866,2	900

Legenda: Legenda: M ± SD – aritmetický průměr ± směrodatná odchylka, VMO – vizuálně motorická odpověď, HSi1 – herní situace 1, HSi2 – herní situace 2, HSi3 – herní situace 3, HSi4 – herní situace 4., MPZ-AE - model pohybového zatížení s dominantním zapojením aerobního metabolismu

Průměrné hodnoty VMO u 3. skupiny útočných videoukázek HSi1-HSi4 prezentovaných po administraci MPZ-INTER neprokázaly statisticky ($p < 0.05$) a věcně významné rozdíly (tabulka 9). Nejrychlejší VMO bylo dosaženo u HSi4 (916,19 ms) a nejpomalejší u HSi2 (941,90 ms). Průměrné hodnoty VMO čtyř HSi prezentovaných po MPZ-INTER vykazovaly pro respondenty stejně obtížné úlohy.

Tabulka 9 Výsledky hodnot VMO u 3. skupiny videoukázek útočných HSi1-HSi4 po administraci modelu pohybového zatížení intermitentního charakteru

Hodnoty VMO (ms) v HSi1-HSi4 po administraci MPZ-INTER	M ± SD (ms)	Rozptyl s^2	Medián (M e)
Hodnoty VMO v HSi1	930,47 ± 123,62	15282,69	930
Hodnoty VMO v HSi2	941,90 ± 103,48	10708,48	950
Hodnoty VMO v HSi3	931,90 ± 121,78	14830,43	950
Hodnoty VMO v HSi4	916,19 ± 99,38	9877,81	920

Legenda: Legenda: M ± SD – aritmetický průměr ± směrodatná odchylka, VMO – vizuálně motorická odpověď, HSi1 – herní situace 1, HSi2 – herní situace 2, HSi3 – herní situace 3, HSi4 – herní situace 4. MPZ-INTER – model pohybového zatížení intermitentního charakteru

Z výsledků (tabulka 10) je patrné, že průměrné hodnoty VMO u 4. skupiny útočných videoukázek HSi1-HSi4 prezentovaných po administraci MPZ-ANAE neprokázaly statisticky ($p < 0.05$) a věcně významné rozdíly. Ze čtyř HSi prezentovaných po MPZ-ANAE lze usuzovat, že pro respondenty vykazovaly stejně obtížné úlohy. Nejrychlejší VMO bylo dosaženo u HSi3 (923,80 ms) a nejpomalejší u HSi4 (958,57 ms).

Tabulka 10 Výsledky hodnot VMO u 4. skupiny videoukázek útočných HSi1-HSi4 po administraci modelu pohybového zatížení s dominantním zapojením anaerobního metabolismu

Hodnoty VMO (ms) v HSi1-HSi4 po administraci MPZ-ANAE	M ± SD (ms)	Rozptyl s^2	Medián (Me)
Hodnoty VMO v HSi1	941,90 ± 102,91	10591,41	940
Hodnoty VMO v HSi2	939,52 ± 92,07	8477,81	940
Hodnoty VMO v HSi3	923,80 ± 123,06	15146,11	940
Hodnoty VMO v HSi4	958,57 ± 125,28	15695,47	950

Legenda: Legenda: M ± SD – aritmetický průměr ± směrodatná odchylka, VMO – vizuálně motorická odpověď, HSi1 – herní situace 1, HSi2 – herní situace 2, HSi3 – herní situace 3, HSi4 – herní situace 4

Na základě analýzy rozptylu bylo vypočítáno testové kritérium Chí-kvadrát = 15,38. Tato hodnota kritéria se ukázala na hladině $p < 0.05$ (0,0015) jako statisticky významná. Následná Post hoc analýza Friedmanova testu ukázala na významně rychlejší VMO ($897,02 \pm 57,46$, $p < 0.05$) po administraci MPZ-AE vzhledem k VMO ($940,95 \pm 71,14$) po administraci MPZ-ANAE (tabulka 11). Hodnoty VMO mezi ostatními modely pohybového zatížení nevykazovaly statisticky významné rozdíly. Nejpomalejší průměrné hodnoty VMO respondenti vykazovali po administraci MPZ-ANAE (940,95 ms).

Tabulka 11 Celkové hodnoty VMO po administraci čtyř modelů pohybového zatížení

Model pohybového zatížení	M ± SD (ms)	Rozptyl s^2	Medián (Me)
Hodnoty VMO po administraci MP-IN	918,21 ± 56,66	3210,75	925
Hodnoty VMO po administraci MPZ-AE	897,02 ± 57,46*	3302,51	907,5
Hodnoty VMO po administraci MPZ-INTER	930,11 ± 52,30	2735,96	940
Hodnoty VMO po administraci MPZ-ANAE	940,95 ± 71,14	5061,26	950

Legenda: M ± SD – aritmetický průměr ± směrodatná odchylka, *- hladina statistické významnosti $p < 0.05$. mezi MPZ-AE a MPZ-ANAE, MPZ-AE – model pohybového zatížení s dominantním zapojením aerobního metabolismu, MPZ-ANAE – model pohybového zatížení s dominantním zapojením anaerobního metabolismu, MP-IN – model pohybové inaktivity, MPZ-INTER – model pohybového zatížení intermitentního charakteru, VMO – vizuálně motorická odpověď

Výsledky korelace vizuálně motorické odpovědi a správnosti pohybové odpovědi v jednotlivých modelech pohybového zatížení

Pro stanovenou hladinu statistické významnosti ($p < 0.05$) nebyla u jednotlivých modelů pohybového zatížení zjištěna žádná významná korelace mezi hodnotami VMO a správností pohybové odpovědi (tabulka 12). Vztah mezi korelovanými veličinami nabýval u všech modelů pohybového zatížení charakteru nepřímé úměrnosti, což značí, že správnost pohybové odpovědi se zhoršovala (zvyšuje se medián) se zkracující se VMO.

Tabulka 12 Výsledky korelace mezi VMO a správností pohybové odpovědi po administraci čtyř modelů pohybového zatížení

Model pohybového zatížení	VMO M ± SD (ms)	Správnost PO Medián (Me)	Korelace
MP-IN	918,21 ± 56,66	11	-0.09
MPZ-AE	897,02 ± 57,46	10	-0.23
MPZ-INTER	930,11 ± 52,30	10	-0.04
MPZ-ANAE	940,95 ± 71,14	10	-0.07

Legenda: M ± SD – aritmetický průměr ± směrodatná odchylka, MPZ-AE – model pohybového zatížení s dominantním zapojením aerobního metabolismu, MPZ-ANAE – model pohybového zatížení s dominantním zapojením anaerobního metabolismu, MP-IN – model pohybové inaktivity, MPZ-INTER – model pohybového zatížení intermitentního charakteru, PO – pohybová odpověď, VMO – vizuálně motorická odpověď.

DISKUZE

Konstrukce diagnostického nástroje

V rámci validizace diagnostického nástroje byla hodnocena obsahová validita prostřednictvím expertního posouzení. Bylo identifikováno 16 videoukázek útočných HSi s nejvyšší mírou shody panelistů podle Lawshe (1975). U 6 videoukázek útočných HSi byla míra shody panelistů 100 %. U 3 videoukázek útočných HSi byla míra shody panelistů 84 %. U 4 videoukázek útočných HSi byla míra shody panelistů 68 %. U 3 videoukázek útočných HSi byla míra shody panelistů 52 %. Jednotlivé HSi obsahovaly pořadí od nejefektivnější po neefektivní alternativu pohybové odpovědi.

Videoukázky útočných HSi byly poté náhodně tříděny (podle tabulky náhodných čísel) do čtyř skupin po čtyřech, které byly prezentovány subjektům ihned po skončení vybraného modelu pohybového zatížení s celkovou dobou trvání

maximálně do 15-20 s. z důvodu, že produkce energie pro svalovou činnost v průběhu administrace čtyř testových úloh (HSi) byla dominantně zajištěna aplikací předchozího modelu pohybového zatížení s konsekvencemi ovlivňující správnost pohybové odpovědi a pohybové provedení činnosti (Meeusena et al., 2006). Výsledky z naší pilotní studie a zjištění od Psotty (2003) a Ostojice et al. (2010) potvrzují, že nejvyšší hodnoty SF se objevují nebo jsou zachovány 10-20 s. po skončení pracovního intervalu.

Analýza vztahu závislosti mezi jednotlivými herními situacemi ve čtyřech modelech pohybového zatížení

Primárním úkolem bylo omezit účinek adaptace respondenta na měření jako příčiny snižující interní validitu. Výsledná hodnota VMO a správnost pohybové odpovědi mohou být ovlivněny adaptací na předkládanou testovou úlohu při opakovaném měření (Trochim, 2001).

Pomocí analýzy vztahu bylo nutné uvnitř každé skupiny ověřit, do jaké míry mohli respondenti z řešení jedné HSi usuzovat na správnost řešení následujících HSi. Pro vyjádření závislosti mezi jednotlivými HSi uvnitř každé skupiny byla použita polychorická korelační matice určená pro polytomní typ dat. Výsledky matice (v rozmezí -0.437 – 0.306) potvrdily statistickou nezávislost ($p < 0.05$) mezi jednotlivými položkami (HSi) uvnitř každé skupiny. Z výsledků usuzujeme, že mezi jednotlivými položkami (HSi) jsou vztahy převážně zanedbatelné nebo nepříliš těsné.

Výše uvedený rozbor prokázal vhodnost sestaveného diagnostického nástroje, vycházející ze statistické nezávislosti mezi jednotlivými položkami (HSi) uvnitř každé skupiny. Konstrukce tohoto diagnostického nástroje respektuje dle Helsena a Pauwelse (1988) požadavek dynamického zobrazování HSi, prezentovaných prostřednictvím 3 s videozáznamu, umožňujícího zachycení dostatečného počtu podnětů ve zrakovém poli v dynamicky se měnícím herním prostředí.

Vizuálně motorická odpověď a velikost pohybového zatížení ve fotbalu

Design studií zkoumajících VMO byl založen na předkládání dynamického zobrazení útočných HSi pomocí videozáznamu a statických tachistoskopických snímků.

Naše výsledky kvaziexperimentu prokázaly věcně významný rozdíl ve VMO mezi MPZ-AE ($SF = SF_{ANP} - 6 \%$) na straně jedné a MPZ-INTER ($SF = SF_{ANP} - 6 \%$ - $SF = SF_{ANP} + 6 \%$) indikovaný koeficientem $0,60^{\dagger}$ (středně velký rozdíl) a MPZ-ANAE ($SF = SF_{ANP} + 6 \%$) indikovaný koeficientem $0,67^{\dagger}$ (středně velký rozdíl) na straně druhé (tabulka 6). Z pohledu věcné významnosti respondenti tedy dosáhli rychlejší VMO po administraci MPZ-AE ($897,02 \pm 57,46$ ms), ve srovnání s MPZ-INTER ($930,11 \pm 52,30$ ms) a MPZ-ANAE ($940,95 \pm 71,14$ ms). Současně jsme našli pomocí Post hoc analýzy Friedmanova testu statisticky významný rozdíl $p < 0.05$ ($0,0015$) ve VMO po administraci MPZ-AE v porovnání s hodnotami VMO po administraci MPZ-ANAE. Mezi ostatními modely pohybového zatížení nebyl nalezen statisticky významný ($p < 0.05$) rozdíl (tabulka 11). Z tohoto důvodu jsme zamítli H_1 , která předpokládala, že po administraci MPZ-AE ($897,02 \pm 57,46$ ms) se signifikantně ($p < 0.05$) zlepší VMO v porovnání s MP-IN ($918,21 \pm 56,66$ ms). Nicméně, Fontana, Mazzardo, Mokgothu, Furtado a Gallagher (2009) dospěli k odlišným výsledkům, které prokázaly, že u dovedných a méně dovedných fotbalistů se statisticky významně ($p < 0.05$) zkracuje VMO po administraci pohybového zatížení na úrovni 60% VO_{2max} a 80% VO_{2max} v porovnání s pohybovou inaktivitou. Toto je ve shodě s prací od McMorrisa a Graydona (1996b) kteří zaznamenali rychlejší VMO pohybovém zatížení na úrovni 40% VO_{2max} ve srovnání s pohybovou inaktivitou.

Vysvětlením našeho zjištění, že existuje statisticky významný rozdíl ve VMO mezi MPZ-AE a MPZ-ANAE může být, že MPZ-ANAE obsahoval jednorázový krátkodobý vysoce intenzivní pracovní interval běžecké lokomoce prováděný maximálním úsilím. Hlavním zdrojem energetického krytí v tomto modelu byla anaerobní glykolýza, která je charakterizovaná vzestupem metabolické acidózy a hromaděním draslíku v intersticiu svalů jako důsledek neoxidativního odbourávání svalového glykogenu event. glukózy. Toto zjištění je v souladu s prací od Meussena et al. (2006), kteří zdůrazňují, že prostřednictvím metabolických místních svalových změn vzniká anaerobní rychle nastupující únava, která prodlužuje VMO. Navíc toto zpomalení VMO mohlo být dále ovlivněno tím, že MPZ-ANAE byl administrován po MP-IN, MPZ-AE a MPZ-INTER což je spojeno podle Bangsba, Nørregaarda a Thorsøe (1991) a Verheijena (1998) s pomale nastupující kumulativní únavou. Na tomto místě Wilmore a Costill (1999) a Rodas et al. (2000) podotýkají, že klíčovým aspektem je rychlost zotavných procesů jako ukazatele stupně adaptace organismu na pohybovou zátěž projevující se zejména v neurohumorálním a transportním systému.

Výsledky naší studie týkající se VMO naznačují, že energetické krytí pro svalovou činnost v MPZ-IN, MPZ-AE, MPZ-INTER bylo provázeno dostatečnou dodávkou O_2 tzn., že nedocházelo k narušení homeostázy, poruchám metabolických funkcí a nervosvalového systému jako silného deformačního faktoru ovlivňující VMO, což je v souladu se zjištěními od Meussena et al. (2006) a Máčka a Máčkové (2007).

Fotbal patří mezi tzv. intermitentní sporty a fyziologické nároky lze charakterizovat modelem opakovaných krátkodobých intervalů pohybové činnosti vysoké až maximální intenzity, které se střídají s intervaly činnosti nižší intenzity nebo tělesného klidu, které mají ve vztahu k intenzivním pracovním intervalům zotavný charakter. Přesto jsme nenalezli po administraci MPZ-INTER statisticky významný ($p < 0.05$) rozdíl ve VMO v porovnání s ostatními modely pohybového zatížení. Vysvětlení můžeme nalézt ve studiích od Gaitanose, Williamse, Boobise a Brookse (1993); Balsoma (1995) a Bogdanise, Nevilla, Boobise a Lakomy (1996) kteří prokázali, že dochází kromě setrvalé inhibice anaerobních glykolytických procesů a anaerobní rychle nastupující únavy taktéž k vyšší resyntéze a dostupnosti CP v intervalech odpočinku jako adaptační změny v důsledku dlouhodobého a systematického zatěžování.

Správnost pohybové odpovědi a velikost pohybového zatížení

Naše výsledky šetření týkající se správnosti pohybové odpovědi prokázaly prostřednictvím analýzy rozptylu a následně vypočítaného testového kritéria Chí-kvadrát = 6,94, že mezi jednotlivými modely pohybového zatížení nebyla prokázána statisticky významná ($p < 0.05$, $p = 0,0897$) rozdílnost v efektivitě volby pohybové odpovědi (tabulka 5). Současně se tak potvrdila H_2 , která předpokládala, že po administraci MPZ-AE ($M e 2,5$), MPZ-INTER ($M e 2,5$) a MPZ-ANAE ($M e 2,5$) se u probandů signifikantně ($p < 0.05$) nezlepší správnost pohybové odpovědi ve srovnání s MP-IN ($M e 2,75$).

Po administraci MP-IN činilo celkové průměrné skóre pro 1. skupinu útočných videoukázek ($M e 2,75$). Znamená to, že respondenti inklinovali k pohybové odpovědi vyjádřené hodnotou 3 „dobrá pohybová odpověď“. Nejhoršího skóre respondenti dosáhli v HSi3 ($3,02 \pm 1,56$) reprezentované alternativou pohybové odpovědi - přihrávka šikmo vpřed vpravo, naopak nejefektivnější alternativa pohybové odpovědi v HSi3 byla přihrávka vpřed. Vysvětlením může být snaha omezit následné riziko

ztráty míče přihrávkou vpřed na hráče, který je obsazený soupeřem. Nejlepšího skóre bylo dosaženo v HSi1 ($2,21 \pm 1,15$) reprezentované alternativou pohybové odpovědi - přihrávka vpravo. I zde se u respondentů projevila snaha maximálně omezit riziko ztráty míče přihrávkou vpravo, i když neefektivnější alternativa pohybové odpovědi podle expertního posouzení bylo obcházení soupeře (tabulka 1).

Ve 2. skupině útočných videoukázek celkové průměrného skóre z HSi1-HSi4 po administraci MPZ-AE (tabulka 2) činilo ($M = 2,5$). Respondenti nejčastěji vybírali „velmi dobrá pohybová odpověď“ vyjádřená hodnotou 2 a „dobrá pohybová odpověď“ vyjádřená hodnotou 3. Vzhledem k charakteru HSi1-HSi3 lze z výsledků usuzovat, že respondenti inklinovali k alternativám pohybové odpovědi, jejichž obsahem je herní dovednost přihrávání (šikmo vpřed vlevo nebo vpravo), avšak neefektivnějšími alternativami pohybové odpovědi bylo vedení míče v HSi1 a HSi3 a v HSi2 obcházení soupeře.

K velmi podobným výsledkům jsme dospěli i u 3. skupiny útočných videoukázek, kdy celkové průměrného skóre z HSi1-HSi4 po administraci MPZ-INTER (tabulka 3) činilo ($M = 2,5$). Respondenti nejčastěji vybírali „velmi dobrá pohybová odpověď“ vyjádřená hodnotou 2 a „dobrá pohybová odpověď“ vyjádřená hodnotou 3. Zejména pohybové odpovědi u HSi3 a HSi4 opět vykazují, že respondenti měli tendenci k výběru alternativy pohybové odpovědi týkající se herní dovednosti přihrávání, ačkoliv neefektivnější alternativami bylo v HSi3 obcházení soupeře a v HSi4 vedení míče.

Neefektivnější alternativou pohybové odpovědi ve 4. skupině útočných videoukázek v HSi1, HSi3 a HSi4 byla přihrávka vpřed. Znamená to, že vzniklé podmínky v těchto HSi jednoznačně navozovaly překonání soupeře tzv. průnikovou, resp. kolmou přihrávkou do „meziprostoru“ na nabíhajícího spoluhráče z předních pozic. I přes tuto skutečnost respondenti v těchto HSi spíše vybírali alternativy pohybové odpovědi obsahující herní dovednosti vedení míče nebo obcházení soupeře, které byly vyjádřeny hodnotou 2 „velmi dobrá pohybová odpověď“ a „dobrá pohybová odpověď“ vyjádřená hodnotou 3. I z tohoto důvodu celkové průměrné skóre z HSi1-HSi4 po administraci MPZ-ANAE činilo ($M = 2,5$). Podobné zjištění jsme našli i u 1. skupiny u HSi2-HSi4, kdy respondenti místo přihrávky vpřed, která byla neefektivnější, zvolili přihrávku do strany. Tímto taktickým jednáním míč zůstává i nadále v držení mužstva v herním prostoru, ale nedochází k efektivní adaptaci na rychle se měnící podněty HSi v dynamicky proměnlivém herním prostředí.

Korelace vizuálně motorické odpovědi a volby pohybové odpovědi po administraci jednotlivých modelů pohybového zatížení

Z výsledků celkového průměrného skóre ($M = 2,75$) u 1. skupiny videoukázek útočných HSi1-HSi4 po administraci MP-IN je zřetelná tendence respondentů vybírat na škále 1-5 alternativu pohybové odpovědi „dobrá pohybová odpověď“, hodnocená hodnotou 3. Současně celková hodnota průměru VMO z HSi1-HSi4 byla ($M = 918,21 \pm 56,66$ ms), jak vyplývá z tabulky 12. Dále, mezi jednotlivými položkami (HSi1-HSi4) nebyl neprokázán statisticky významný ($p < 0.05$) a věcně významný rozdíl, z toho lze usuzovat, že HSi1-HSi4 pro respondenty vykazovaly stejně obtížné testové úlohy. Ve stanovené hladině statistické významnosti ($p < 0.05$, -0.09) nebyl nalezen vztah mezi VMO a správností pohybové odpovědi.

Ve 2., 3. a 4. skupině útočných videoukázek činilo celkové průměrného skóre z HSi1-HSi4 po administraci MPZ-AE ($M = 2,5$), MPZ-INTER ($M = 2,5$) a MPZ-ANAE ($M = 2,5$). Respondenti tak nejčastěji vybírali v pořadí druhou nejefektivnější pohybovou odpověď „velmi dobrá pohybová odpověď“ vyjádřená hodnotou 2 a třetí nejefektivnější pohybovou odpověď „dobrá pohybová odpověď“ vyjádřená hodnotou 3. Průměrné hodnoty VMO po administraci MPZ-AE ($897,02 \pm 57,46$ ms), MPZ-INTER ($930,11 \pm 52,30$ ms) a MPZ-ANAE ($940,95 \pm 71,14$ ms). Nálezy týkající se vztahu mezi VMO a správností pohybové odpovědi nebyly statisticky významné po administraci MPZ-AE ($p < 0.05$, -0.23), MPZ-INTER ($p < 0.05$, -0.04) a MPZ-ANAE ($p < 0.05$, -0.07). Lze tedy konstatovat, že vztah mezi korelovanými veličinami nabýval u všech modelů pohybového zatížení charakteru nepřímé úměrnosti, což značí, že s rostoucí intenzitou pohybového zatížení se správnost pohybové odpovědi zlepšovala a doba VMO se prodlužovala. Ze zjištěných výsledků vyplývá, že korelace mezi ukazateli VMO a správností pohybové odpovědi u všech čtyř modelů pohybového zatížení však nebyla věcně a statisticky významná. Tyto výsledky demonstrují fakt, že různé modely pohybového zatížení neovlivňují významně zlepšení správnosti pohybové odpovědi za současného zkrácení či udržení hodnot VMO.

ZÁVĚR

Cílem práce bylo zjištění vztahu mezi velikostí pohybového zatížení a VMO a správností pohybové odpovědi u juniorských hráčů fotbalu.

Primárním úkolem práce bylo zkonstruovat vhodný diagnostický nástroj, podle kterého bychom mohli u hráčů hodnotit kognitivní procesy indikované VMO a správností pohybové odpovědi v závislosti na velikosti pohybového zatížení. Tento úkol se nám podařilo splnit, protože diagnostický nástroj umožnil dynamické zobrazování HSi v náhodně proměnlivých podmínkách herního děje na straně jedné a na straně druhé byly jednotlivé HSi na sobě statisticky nezávislé a síla vztahu mezi nimi byla zanedbatelná. Hráči tak z předcházející HSi nemohli s dostatečnou přesností predikovat pohybovou odpověď aktuálně prezentované HSi.

Za důležitý nález považujeme zjištění, že u výzkumného souboru, který byl složen z hráčů hrajících I. dorosteneckou ligu v Praze a středočeském kraji, nebyl shledán statisticky významný vztah mezi velikostí pohybového zatížení a správností pohybové odpovědi. Současně se tak potvrdila H2, která předpokládala, že po administraci MPZ-AE, MPZ-INTER a MPZ-ANAE, vyžadující vyšší zapojení metabolismu, se signifikantně nezlepší správnost pohybové odpovědi ve srovnání s MP-IN. Jistou analogii výsledků můžeme sledovat i v hodnotách VMO (kromě vztahu VMO mezi MPZ-AE a MPZ-ANAE). Mezi MP-IN, MPZ-AE, MPZ-INTER, MPZ-ANAE nebyly shledány statisticky významné rozdíly v hodnotách VMO a nebyla tak potvrzena H1, která předpokládala, že po administraci MPZ-AE se u probandů signifikantně zlepší VMO ve srovnání s MP-IN. Nicméně, statisticky a věcně signifikantní vztah ve VMO byl nalezen mezi MPZ-AE a MPZ-ANAE a věcně významný rozdíl mezi MPZ-AE a MPZ-INTER. Po administraci MPZ-ANAE a MPZ-INTER hráči tedy dosáhli významně delší VMO oproti VMO po administraci MPZ-AE.

Výsledky našeho výzkumu tak naznačují, že anaerobní vysoce intenzivní pohybové zatížení negativně ovlivňuje rychlost percepčních a kognitivních dovedností, např. anticipaci, délku trvání vizuální fixace, vybavování a rozpoznávání vzorců hry (rychlost vyhledávání informací v paměti, založených na specifických procedurálních a deklarativních znalostech). Velmi zajímavým zjištěním je, že i přes tyto změny, týkající se rychlosti, nedochází ke snižování efektivity pohybové odpovědi. Jedním z důvodů, může být, že u zkoumaného souboru převládá vysoká

disponibilní zásoba mentálních reprezentací, které lze restrukturalizovat, reorganizovat a zdokonalovat v podmínkách herního děje v dlouhodobé pracovní paměti.

Nepotvrdily se předpoklady, že na správnost pohybové odpovědi může negativně působit faktor mentální únavy prostřednictvím akumulace amoniaku a serotoninu v mozku. V souladu s tímto zjištěním se domníváme, že nebyla významně narušena homeostáza organismu, způsobená snížením regulační efektivity organismu.

Z výše uvedeného usuzujeme, že celková doba trvání jednotlivých modelů pohybového zatížení mohlo být limitním faktorem, jenž pro organismus nepředstavoval zásadní vychýlení z rovnovážného stavu projevujícího se selháváním neurohumorálních funkcí. V případě dalšího zkoumání této problematiky doporučujeme prodloužit celkovou dobu trvání jednotlivých modelů pohybového zatížení, které by více respektovaly specifickou pohybového zatížení v průběhu fotbalového utkání.

VYBRANÉ BIBLIOGRAFICKÉ CITACE

Abernethy, B. (1987). Anticipation in sport: A review. *Physical Education Review* 10, 5-16.

Abernethy, B., Wood, J., & Parks, S. (1999). Can the anticipatory skills of experts be learned by novices? *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 70(3), 313-318.

Allard, F., Graham, S., & Paarsalu, M. L. (1980). Perception in sport: basket-ball. *Journal of Sport Psychology*, 2, 14-21.

Armstrong, N., Balding, J., Gentle, P., & Kirby, B. (1990). Patterns of physical activity among 11 to 16 year old British children. *Brit. Med. J.*, 301, 203-205.

Astrid, J., Dvorak, J., Rösch, D., Graf-Baumann, T., Chomiak, J., & Peterson, L. (2000) Psychological and Sport-Specific Characteristics of Football Players. Available from: http://ajs.sagepub.com/content/28/suppl_5/S-22.abstract [Accessed 24. 5. 2012].

- Balsom, P. D. (1995). *High intensity intermittent exercise: performance and metabolic responses with very high intensity short duration work periods*. Stockholm: Karolinska Institute.
- Bangsbo, J., Nørregaard, L., & Thorsøe, F. (1991). Activity profile of competition soccer. *Can J Sports Sci*, 16(2), 110-116.
- Bangsbo J. (1994). The physiology of soccer: with special reference to intense intermittent exercise. *Acta Physiol Scand*, 15,1-156.
- Bangsbo, J. (2005). Aerobic and Anaerobic Training in Soccer - With Special Emphasis on Training of Youth Players. *Fitness Training in Soccer I*. HO+Storm, Bagsvaerd, Denmark, 1-225.
- Bangsbo, J., Mohr, M., & Krstrup P. (2006). Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. *J Sports Sci*. 24(7), 665-674.
- Bogdanis, G., Nevill, M., Boobis, L., & Lakomy, H. K. A. (1996). Contribution of phosphocreatine and aerobic metabolism to energy supply during repeated sprint exercise. *J. Appl. Physiol.*, 80(3), 876-884.
- Bressan, E. S. (2000). *Motor learning: A sport science perspective*. Die Boord: South Africa: Winning Spirit Sport Education.
- Bunc, V. (1996). Metody stanovení anaerobního prahu v terénu. In O. Kaplan, & V. Bunc. (Eds.), *Výsledky výzkumu sportovního výkonu a tréninku* (pp. 8-9). Praha: Univerzita Karlova, Karolinum.
- Bunker, D., & Thorpe, R. (1986). The curriculum model. In R. Thorpe., D. Bunker, & L. Almond (Eds.), *Rethinking games teaching*. Loughborough: University of technology.
- Buzek, M. a kol. (2007). Herní výkon – determinanty herního výkonu – racionální trénink. In M. Buzek a kol. (Eds.), *Trenér fotbalu „A“ UEFA licence: I. díl – obecné kapitoly. Učební texty pro vzdělávání fotbalových trenérů*. (pp. 25-53). Praha: Olympia.

- Campos, W. (1993). *The effects of age and skill level on motor and cognitive components of soccer performance*. Doctoral thesis, University of Pittsburgh, Microforms, x 159 leaves.
- Casanova, F., Garganta, J., Silva, G., Alves, A., Oliveira, J., & Williams, A. M. (2013). Effects of prolonged intermittent exercise on perceptual-cognitive processes. *Med Sci Sports Exerc*, 45(8), 1610-1617.
- Cohen, J. (1977). *Statistical power analysis for the behaviour sciences*. New York: Academic Press.
- Dobřý, L., & Semiginovský, B. (1989). *Sportovní hry. Výkon a trénink*. Praha: Olympia.
- Ekblom, B. (1986). Applied physiology of soccer. *Sports Med*, 3(1), 50-60.
- Ericsson, K. A., & Chase, W. G. (1982). Exceptional memory. *American Scientist*, 70, 607-615.
- Erickson, G. (2007). *Sports vision: Vision care for the enhancement of sports performance*. St. Louis, MO: Butterworth Heineman Elsevier.
- Föhrenbach, R., Buuschmann, J., Liesen, H., Hollmann, W., & Mader, A. (1986). Schnelligkeit und Ausdauer bei Fussballspielern unterschiedlicher Spielklassen. *Schweiz. Zeitschr. Sportmed.*, 34, 113-119.
- Fontana, E. F., Mazzardo, O., Mokgothu, Furtado, O. Jr., & Gallagher, J. D. (2009). Influence of Exercise Intensity on the Decision-Making Performance of Experienced and Inexperienced Soccer Players. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 31, 135-151.
- Frýbort, P., Kokštejn, J., Buzek, M., & Süß, V. (2011). Pohybové zatížení hráče fotbalu během utkání v závislosti na hráčských funkcích. In V. Süß a M. Tůma a kol. (Eds.), *Zatížení hráče v utkání* (pp. 108-117). Praha: Karolinum.
- Gaitanos, G. C., Williams, C., Boobis, L. H., & Brooks, S. (1993). Human muscle metabolism during intermittent maximal exercise. *J. Appl. Physiol.*, 75(2), 712-719.

- Gentile, A. M. (1975). The structure of motor tasks. *Movement*, 7, 11-28.
- Gréhaigne, J. F., Godbout, P., & Bouthier, B. (1999). The foundations of tactics and strategy in team sports. *J. teaching phys. Educ.*, 18, 159-174.
- Harris, L. R., & Jenkins, M. (1998). *Vision and action*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Heller, J. (1996). „Cílové zóny“ srdeční frekvence ve školní tělesné výchově. *Těl. Vých. Sport Mlád*, 62(4), 38-43.
- Helsen, W., & Pauwels, J. M. (1988). The use of a simulator in evaluation and training of tactical skills in soccer. In T. Reilly, A. Lees, K. Davids & W. J. Murphy (Eds.), *Science and football* (pp. 493-497). London: E & FN Spon.
- Helsen, W., & Pauwels, J. M. (1993). „The relationship between expertise and visual information processing in sport“. In J. L. Starkes, & F. Allard (Eds.), *Cognitive Issue in Motor Expertise* (pp. 109-134). Amsterdam: Elsevier Science Publishing.
- Henderson, J. M. (2003). Human gaze control during real-world scene perception. *Trends in Cognitive Sciences*, 7(11), 498-504.
- Hošek, V., & Hátlová, B. (2006). Psychické procesy a sport. In P. Slepíčka, V. Hošek & B. Hátlová (Eds.), *Psychologie sportu* (pp. 32-70). Univerzita Karlova v Praze: Nakladatelství Karolinum.
- Chase, W. G., & Simon, H. A. (1973a). The mind' s eye in chess. In W. G. Chase (Eds.), *Visual Information Processing* (pp. 404-427). New York: Academic Press.
- Chase, W. G., & Simon, H. A. (1973b). Perception in chess. *Cognitive Psychology*, 4, 55-81.
- Janz, K. F., Golden, J. C., Hansen, J. R., & Mahoney, L. T. (1992). Heart rate monitoring of physical activity in children and adolescents: the Muscatine Study. *Pediatrics*, 89(2), 256-261.

- Jöreskog, K. (1990). New Developments in LISREL. Analysis of Ordinal Variables using Polychoric Correlations and Weighted Least Squares. *Quality and Quantity*, 24, 387-404.
- Krustrup, P., Mohr, M., Ellingsgaard, H., & Bangsbo, J. (2005). Physical demands during an elite female soccer game: importance of training status. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 37, 242-248.
- Krustrup, P., Mohr, M., Steensburg, A., Bencke, A., Kjaer, M., & Bangsbo, J. (2005b). Muscle and Blood Metabolites during a soccer game: Implications for sprint performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, subject to revision.
- Lawshe, CH. (1975). A quantitative approach to content validity. *Personnel Psychology*, 28, 563-575.
- Máček, M., & Máčková, J. (2007) Rozcvičení nebo předehtání. *Medicina Sportiva Bohemica & Slovaca*, 16(4), 203-207.
- Magill, R. A. (1998). *Motor learning: Concepts and Applications* (5th ed). Boston: WCB McCraw-Hill.
- Magill, R. A. (2006) *Motor Learning and Control: Concepts and Applications* (6th ed.). New York: McGraw-Hill.
- Marteniuk, R. G. (1976). *Information processing in motor skills*. New York: Holt, Rinehart & Winston.
- McMorris, T., & Graydon, J. (1996a). The effect of exercise on the decision-making performance of experienced and inexperienced soccer players. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 67(1), 109-114.
- McMorris, T., & Graydon, J. (1996b). Effect of exercise on soccer decision-making tasks of differing complexities. *Journal of Human Movement Science*, 30, 177-193.

- McMorris, T., & Beazeley, A. (1997). Performance of experienced and inexperienced soccer players on soccer specific tests of recall, visual search and decision-making. *Journal of Human Movement Studies*, 33, 1-13.
- McPherson, S., & French, K. (1991). Changes in cognitive strategy and motor skill in tennis. *J. Sport Exer. Psychol.*, 13, 29-31.
- McPherson, S. L. (1999). Expert-novice differences in performance skills and problem representations of youth and adults during tennis competition. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 70(3), 233-251.
- Meeusen, R., Watson, P., Hasegawa H, et al. (2006). Central fatigue: the serotonin hypothesis and beyond. *Sports Med*, 36(10), 881-909.
- Měkota, K., & Novosad, J. (2005). *Motorické schopnosti*. Olomouc: FTK UP.
- Melanson, E. L., & Freedson, P. S. (1996). Physical activity assessment: A review of methods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 36, 385-396.
- Mohr, M., Krstrup, P., & Bangsbo, J. (2003). Match performance of high- standard soccer players with special reference to development of fatigue. *J Sports Sci*, 21 (7), 519-528.
- Mohr, M., Krstrup, P., Nybo, L., Nielsen, J. J, & Bangsbo, J. (2004). Muscle temperature and sprint performance during soccer matches - beneficial effect of re-warm-up at half-time. *Scandinavian Journal of Medicine Science in Sports*, 14(3), 156-162.
- Ostojic, S. M., Markovic, G., Calleja-Gonzalez, J., Jakovljevic, D. G, Vucetic, V., & Stojanovic, M. D. (2010). Ultra short-term heart rate recovery after maximal exercise in continuous versus intermittent endurance athletes. *European Journal of Applied Physiology*, 108(5), 1055-1059.
- Preiss, M., a kol. (1998). *Klinická neuropsychologie*. Praha: Grada Publishing.
- Psotta, R. (2003). *Analýza intermitentní pohybové aktivity*. Praha: Karolinum.

- Psotta, R., Bunc, V., Mahrová, A., Netscher, J., & Nováková, J. (2006). *Fotbal: Kondiční trénink/Moderní koncepce tréninku, principy, metody a diagnostika teorie sportovního tréninku*. Praha: Grada Publishing.
- Put, K., Wagemans, J., Jaspers, A., & Helsen, F. H. (2013). Web-based training improves on-field offside decision-making performance. *Psychology of Sport and Exercise*, 14(4), 577-585.
- Reilly, T. (1996). Motion analysis and physiological demands. In: T. Reilly (Eds.), *Science and soccer* (pp. 65-81). London: E & FN Spon.
- Rodas, G., Ventura, J. L., Cadefau, J. A., Cusso, R., & Parra, J. (2000). A short training programme for the rapid improvement of both aerobic and anaerobic metabolism. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 82(5-6), 480-486.
- Saris, W. H. M. (1996). Assessment of energy expenditure and daily physical activity. In O. Bar-Or (Eds.), *Child and adolescent athlete* (pp. 634-646). Oxford: Blackwell Science.
- Savelsbergh, G. J. P., van der Kamp, J., Williams, A. M., & Ward, P. (2005). Anticipation and visual search behaviour in expert soccer goalkeepers. *Ergonomics*, 48, 1686-1697.
- Serpell, B., Ford, M., & Warren, Y. (2010). The development of a New Test of Agility for Rugby League. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(12), 3270-3277.
- Shamil, W., & Fadhil, A. (2013). The relationship Between Some Physical Abilities and Some Biomechanical Variables with the Shooting Accuracy in Football. *International Journal of Advanced Sport Sciences Research*, 1(2), 190-200.
- Schmidt, R. A. (1991). *Motor learning and performance; From principles to practice*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Schneider, W., Bjorklund, D., & Maier-Bruckner, W. (1996). The effects of expertise and IQ on children's memory: when knowledge is, and when it is not enough. *International Journal of Behavioral Development*, 19(4), 773-796.

- Siegel, S., & Castellan, N. J. (1988). *Nonparametric Statistics for the Behavioral Sciences* (2nd ed.). New York: McGraw-Hill.
- Stølen, T., Chamari, K. Castagna, C., & Wisloff, U. (2005). Physiology of Soccer: An Update. *Sports Med*, 35(6), 501-536.
- Süss, L. (2006). *Význam indikátorů herního výkonu pro řízení tréninkového procesu*. Praha: Karolinum.
- Trochim, W. K. M. (2001). *The Research Methods Knowledge Base*. Cincinnati: Atomic Dog Publishing.
- Turner, A. P., & Martinek, T. J (1995). Teaching for understanding: a model for improving decision making during game play. *Quest*, 47(1), 44-63.
- Verheijen, R. (1998). *Conditioning for soccer*. Spring City: Reedswain videos and books.
- Williams, A. M., & Burwitz, L. (1993). Advance cue utilisation in soccer. In T. Reilly, J. Clarys, & A. Stibbe (Eds.), *Science and Football II* (pp. 239-244). London: E & FN Spon.
- Williams, A. M., & Davis, K. (1994). Eye movements and visual perception in sport. *Coaching Focus*, 26, 6-9.
- Williams, A. M., & Davids, K. (1998). Visual search strategy, selective attention, and expertise in soccer. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 69(2), 111-128.
- Williams, A. M., Davids, K., & Williams, J. G. (1999). *Visual Perception and Action in Sport*. New York: Routledge.
- Williams, A. M. (2000). Perceptual skill in soccer: Implications for talent identification and development. *Journal of Sports Sciences*, 18, 737-750.
- Williams, A. M., & Ford, P. R. (2008). Expertise and expert performance in sport. *International Review of Sport and Exercise Psychology*, 1(1), 4-18.

- Wilmore, J. H., & Costill, D. L. (1993). *Training for sport and activity: the physiological basis of the conditioning proces* (3rd ed). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Wilmore, J. H., & Costill, D. L. (1999). *Physiology of sport and exercise* (2nd ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Zemková, E., & Hamar, D. (2006). Test aglility check vo funkčnej diagnostike športovcov. *Česká kinantropologie*, 10(1), 55-65.
- Zimmerman, D. W., & Zumbo, B. D. (1993). Relative Power of the Wilcoxon Test, the Friedman Test, and Repeated-Measures ANOVA on Ranks. *The Journal of Experimental Education*, 62(1), 75-86.