

Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta tělesné kultury



Fakulta
tělesné kultury

URČENÍ ROZDÍLU VLIVU MOLEKULÁRNÍHO VODÍKU NA VÝKON HRÁČŮ FUTSALU

Bakalářská práce

Autor: Matěj Blaške

Studijní program: Tělesná výchova a sport pro vzdělávání se
specializacemi

Vedoucí práce: Mgr. Michal Hrubý

Olomouc 2023

Bibliografická identifikace

Jméno autora: Matěj Blažke

Název práce: Určení rozdílu vlivu molekulárního vodíku na výkon hráčů futsalu

Vedoucí práce: Mgr. Michal Hrubý

Pracoviště: Katedra sportu

Rok obhajoby: 2023

Abstrakt:

Tato bakalářská práce se zabývá účinkem hydrogenované vody (HRW) na sportovní výkon u hráčů futsalu. Práce má za cíl vyhodnotit vliv orálního užití HRW na výkony hráčů při opakovaných sprintech (RSA). Výsledek byl stanoven na základě časového kritéria. V práci se porovnávají jednotlivé časy RSA po aplikování HRW a placebo. Testování se uskutečnilo v listopadu 2022, kde byl použit kondiční test lineární rychlosti dle FAČR. V teoretické části práce se rozebírá futsal jako takový, jeho pravidla a jednotlivé charakteristiky futsalu. Dále je v práci popsán sportovní herní výkon, zatížení a molekulární vodík. Praktická část je zaměřena na samotné testování. Výsledky ukazují, že hráči po užití HRW mají lepší průměrné časy sprintů a jejich výkony neklesají a nekolísají tak razantně, jako tomu je při placebo.

Klíčová slova:

Výkon, Molekulární vodík, Srdeční frekvence, Zatížení, Futsal, Opakované sprinty

Souhlasím s půjčováním práce v rámci knihovních služeb.

Bibliographical identification

Author: Matěj Blaške
Title: Determining the difference in the effect of molecular hydrogen on the performance of futsal players

Supervisor: Mgr. Michal Hrubý
Department: Department of Sport
Year: 2023

Abstract:

This bachelor thesis investigates the effect of hydrogenated water (HRW) on sports performance in futsal players. The thesis aims to evaluate the effect of oral administration of HRW on players' performance during repeated sprinting activities (RSA). The outcome was determined based on the time criterion. In this work, individual RSA times after HRW and placebo application are compared. The testing was conducted in November 2022, where the conditioning test of linear speed according to the FAČR was used. The theoretical part of the thesis discusses futsal itself, its rules and various characteristics of futsal. Furthermore, the thesis describes sports performance, load and molecular hydrogen. The practical part focuses on the actual testing. The results show that players after taking HRW have better average sprint times and their performances do not dramatically drop and fluctuate as they do with placebo.

Keywords:

Performance, Molecular hydrogen, Heart rate, Physical load, Futsal, Repeated sprint ability

I agree the thesis paper to be lent within the library service.

Prohlašuji, že jsem tuto práci zpracoval samostatně pod vedením Mgr. Michala Hrubého, uvedl všechny použité literární a odborné zdroje a dodržoval zásady vědecké etiky.

V Olomouci dne 30. června 2023

.....

Můj vřelý dík patří Mgr. Michalu Hrubému za podněty, pomoc a odborné vedení při zpracování této bakalářské práce.

OBSAH

Obsah	7
1 Úvod	9
2 Přehled poznatků	10
2.1 Futsal	10
2.1.1 Historie futsalu	10
2.1.2 Pravidla	11
2.1.3 Somatická charakteristika futsalu	15
2.1.4 Kondiční charakteristika futsalu	15
2.1.5 Psychická charakteristika futsalu	15
2.1.6 Technická a taktická charakteristika futsalu	16
2.2 Zatížení.....	16
2.2.1 Intenzita zatížení	17
2.2.2 Objem zatížení.....	18
2.2.3 Diagnostika vnějšího zatížení	18
2.2.4 Diagnostika vnitřního zatížení	19
2.2.5 Monitoring srdeční frekvence	19
2.2.6 Zatížení ve futsalu.....	20
2.3 Sportovní herní výkon.....	21
2.3.1 Týmový herní výkon	22
2.3.2 Individuální herní výkon	22
2.3.3 Diagnostika a analýza herního výkonu	23
2.4 Molekulární vodík.....	25
2.4.1 Způsob aplikace molekulárního vodíku	25
2.4.2 Účinky molekulárního vodíku na organismus ve sportu	26
3 Cíle.....	28
3.1 Hlavní cíl.....	28
3.2 Dílčí cíle.....	28
3.3 Výzkumné otázky.....	28
3.4 Úkoly práce.....	28

4	Metodika.....	29
4.1	Charakteristika výzkumného souboru	29
4.2	Harmonogram výzkumného měření.....	29
4.3	Složení hydrogenované vody (HRW).....	30
4.4	Popis a metodika testu	30
4.5	Měřicí pomůcky a sběr dat	31
4.6	Metody sběru dat	31
4.7	Průběh sběru dat	31
4.8	Limity studie.....	32
5	Výsledky.....	33
5.1	Test lineární rychlosti – 5m, 10m a 20m.....	33
5.2	Test lineární rychlosti – 5m.....	34
5.3	Test lineární rychlosti – 10m.....	38
5.4	Test lineární rychlosti – 20m.....	41
6	Závěry	44
7	Souhrn	45
8	Summary.....	46
9	Referenční seznam	47

1 ÚVOD

Klíčem k úspěchu ve všech kolektivních, ale i individuálních sportech, jsou velmi dobré technické a taktické předpoklady. To platí i pro futsal, který v posledních letech vystupuje ze stínu fotbalu a stává se populárnější. Protože se jedná o velmi náročný sport s vysokými fyzickými nároky na hráče, je mimo techniky a taktiky důležitá i kondiční schopnost. Hráči futsalu se v utkání pohybují výhradně nad anaerobním prahem. Vykonávají tedy převážně krátké sprinty v maximální možné intenzitě, které trvají přibližně 8 sekund. Z uvedených informací plyne, že jedna z nejdůležitějších kondičních složek u futsalu je právě schopnost opakovaných sprintů - RSA (provádění krátkých sprintů trvajících do 10 sekund, které jsou proloženy krátkou dobou zotavení).

Molekulární vodík (H₂) byl po mnoho let považován pouze za interní plyn v buňkách savců. Později se však ukázalo, že díky jeho antioxidačním účinkům přináší mnoho benefitů do zdravotnictví. Aktuálně se H₂ dostává i do povědomí ve sportovním odvětví, kde se zkoumají jeho vlivy na organismus před, během i po zatížení. Bylo prokázáno, že užívání obohacené vody molekulárním vodíkem (HRW) má protiúnavový účinek. Některé studie uvádí, že HRW může zlepšit metabolismus glukózy a zpracování jaterního glykogenu. Díky tomu dokáže urychlit zotavení hráče po zátěži. Ovšem stále existuje pouze malé množství výzkumů a studií, které by zkoumaly účinky nových obohacených doplňkových nápojů.

Rozhodl jsem se proto implementovat HRW do jednoho z nejnáročnějších sportů z pohledu zatížení a zjistit, jestli HRW dokáže ovlivnit nejdůležitější parametr u hráčů futsalu, a tím je rychlost. Práce by mohla být velkým přínosem jak pro hráče, tak i pro trenéry, kteří mohou s HRW v budoucnu pracovat. Práce může přispět i k celkovému zkoumání HRW ve sportu. Výsledkem by se mohli inspirovat i ostatní sporty podobného charakteru.

2 PŘEHLED POZNATKŮ

2.1 Futsal

Dle Kresty (2009) je Futsal FIFA „sportovní kolektivní hrou brankového typu. Cílem každého ze dvou družstev, která proti sobě v utkání nastupují, je dosáhnout společným předmětem, tj. míčem, branky (gólu) podle pravidel. Družstvo, které dá více branek, je vítězem“ (p. 9).

Stříž (2002) tvrdí, že futsal „má svá oficiální pravidla, instituce, které jej zastřešují a soutěže. Hraje se v počtu čtyř hráčů v poli s jedním brankářem s možností „hokejového“ střídání dalších hráčů. Střídání hráčů může být provedeno kdykoli, nezáleží tedy na tom, zda je míč ve hře či nikoli.“

2.1.1 Historie futsalu

Futsal, jakožto hra, oficiálně vznikl ve dvacátém století, přesněji v roce 1930. Hra měla za cíl lidem umožnit hrát fotbal i v omezených prostorách (Barbero-Alvarez, Soto, Alvarez, & Vera, 2008). Zasloužil se o to uruguayský profesor Juan Carlos Ceriani, který navrhl pravidla pro sálový fotbal. Pravidla byly zprvu jakousi směsicí pravidel z vodního póla, házené a basketbalu. Velmi populární se hra stala až v Jižní Americe, kde slavní brazilští hráči jako například Zico, Socrates a Pelé pilovali svou techniku právě při této malé formě kopané. Na Evropské území se hra rozšířila v 60. letech minulého století díky přirozené oblibě a náklonnosti obyvatelstva k malým formám fotbalu a také již díky znalosti oficiálních pravidel z Jižní Ameriky (Kresta, 2009).

„V padesátých letech minulého století vznikají v Jižní Americe národní federace sálové kopané a v roce 1971 byla v brazilském Sao Paulu ustanovena Světová federace sálového fotbalu uváděná pod zkratkou FIFUSA“ (Kresta, 2009, p. 13). Z Evropských zemí se k této federaci hlásilo Nizozemsko, Itálie, Španělsko, Portugalsko a dokonce i tehdejší Československo.

V roce 1995 začíná FIFA oficiálně používat název Futsal, který je odvozen od portugalského slovního spojení „Futebol de Salao“, které znamená „fotbal v hale“ (Čálek, 1989).

2.1.2 Pravidla

Hra se skládá ze dvou poločasů. Doba jednoho poločasu je 20 minut. Po odehrání poločasu si týmy mění strany a útočí na opačnou bránu. Mezi jednotlivými poločasy je přestávka maximálně 15 minut. Každý tým může požádat o time-out (1 min), a to pouze jednou v každém poločase. Zastavování časomíry v průběhu zápasu je jeden z hlavních rozdílů mezi fotbalem a futsalem. Čas se zastavuje při každém přerušení hry z důvodu autu, faulu, zranění, střídání atp. To znamená, že se hraje na tzv. čistý čas. Pokud je na konci základní hrací doby stav nerozhodný, a musí být znám vítěz, dochází k prodloužení utkání o 2 x 5 minut. Pokud po prodloužení stále není rozhodnuto o vítězi, přichází na řadu penaltový rozstřel, kde se utkání definitivně rozhodne (ČMFS, 2007).

Tým tvoří pětice hráčů včetně jednoho brankáře s maximálně sedmi náhradníky na lavičce. Celkem může tedy jedno mužstvo tvořit až dvanáct hráčů. Hráči mohou v průběhu zápasu střídat tzv. hokejově. Počet střídání je tedy neomezený (Kresta, 2009).

Každý hráč je povinen mít vhodnou sálovou obuv bez gumových kolíků, holenní chrániče a štulpny. Z důvodu bezpečnosti hráči nesmějí nosit šperky, ozdoby a dokonce ani dlouhé kalhoty. Výjimku tvoří brankář, který může mít kalhoty i další chrániče. Brankáři nejčastěji používají chrániče kolen, loktů nebo boků. Rukavice jsou pro brankáře povoleny, i když brankáři je v tomto sportu obvykle nepoužívají z důvodu lepší ovladatelnosti a citu pro míč (ČMFS, 2007).

Přestupky, herní tresty a osobní tresty

Ve všech kolektivních i individuálních sportech existují pravidla, která musí sportovci dodržovat a plně respektovat. Při porušení některého z těchto pravidel může být sportovec náležitě potrestán. Kresta (2007) označil pravidla o nesportovním chování a pravidla o zakázané hře za jedny z nejzásadnějších pravidel vůbec. Tyto pravidla determinují přestupky při hře, které jsou trestány herními tresty.

Herní tresty jsou tresty, které jsou uděleny pro celé mužstvo. Mezi herní tresty patří pokutový kop, volný přímý kop a nepřímý volný kop. Z volného přímého kopu může tým dosáhnout gólu přímou střelou na bránu, a to z místa, kde došlo k porušení pravidel. Když nastane porušení pravidel v pokutovém území bránícího mužstva, nezahrává se přímý volný kop, ale kop pokutový.

Volný přímý kop může rozhodčí nařídít v momentu, kdy se bránící hráč dopustil jednoho z těchto faulů:

- strkání, skákání, podrážení, vrážení, udeření, držení soupeře, plivnutí na soupeře, jakékoliv dotýkání míče rukou (s výjimkou brankáře v jeho vlastním pokutovém území)

Všechny tyto uvedené přestupky se odehrávají na hrací ploše a jsou označovány za akumulované fauly. Tyto fauly se v průběhu hry sčítají. Každé mužstvo si může dovolit nasbírat za jeden poločas maximálně pět akumulovaných faulů. Při každém dalším připočteném faulu nařizuje rozhodčí pokutový kop pro opačný tým. Pokutový kop se zahrává ze vzdálenosti deseti metrů od brány. Brankář se může v průběhu pokutového kopu jakkoli pohybovat, ale k míči se může přiblížit maximálně na vzdálenost pěti metrů. Ostatní bránící hráči musí stát za hranicí desetimetrového kopu (Kresta, 2009).

U nepřímého volného kopu musí být míč nejprve rozehrán, a následně se musí dotknout míče jiný spoluhráč. Nepřímý volný kop se také zahrává z místa, kde došlo k porušení pravidel, jako tomu bylo u přímého volného kopu. Odlišné místo rozehrání je pouze v případě, kdy se bránící hráč dopustí přestupku v pokutovém území. V takovém případě se nepřímý volný kop zahrává z hranice pokutového území. Nepřímý volný kop nařizuje rozhodčí v případech, kdy se hráč dopustí:

- nebezpečné hry, bránění soupeři v pohybu při rozehrávce, bránění brankáře při výhozu
- jiného přestupku, pro který rozhodčí přerušil hru, aby udělil osobní trest

Nepřímý volný kop pro opačný tým může rozhodčí nařídít i v případě, kdy se brankář útočícího týmu:

- dotkne míče rukama znovu poté, co se jej zbavil a míče se mezitím nedotkl hráč soupeře
- dotkne míče rukama poté, co mu jej úmyslně nohou přihrál jeho spoluhráč
- dotkne míče rukama poté, co dostal míč přímo od spoluhráče z autového kopu („malá domů“)
- dotýká míče nohama nebo rukama na vlastní polovině déle než 4 vteřiny nebo poté, co se míče zbaví, znovu se ho na vlastní polovině dotkne dříve, než se míče dotkne soupeř nebo než míč přejde přes středovou čáru (tzv. druhé hraní brankáře)

Osobními tresty jsou trestání jednotliví hráči v mužstvu. Jsou to tzv. individuální tresty. Mezi osobní tresty patří napomenutí hráče žlutou kartou nebo vyloučení kartou červenou.

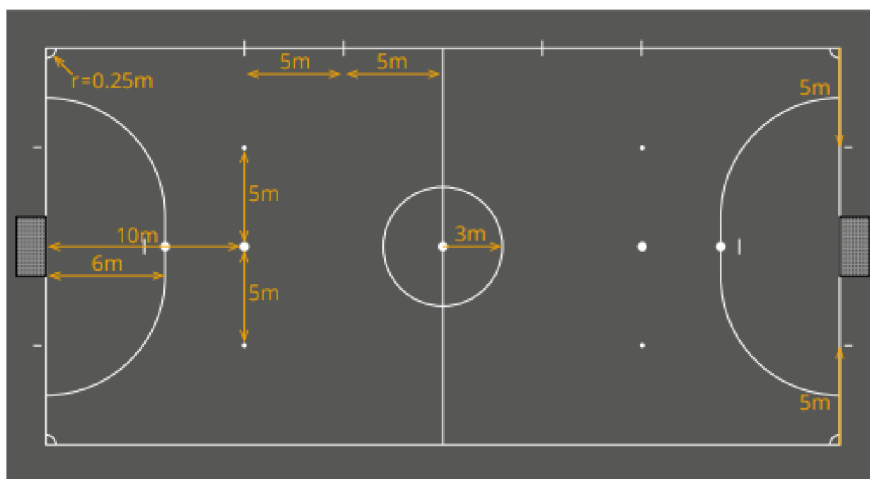
Žlutou kartu obdrží hráč, který má nespportovní chování a nevhodně se prezentuje na hřišti i mimo něj. Takový hráč může například protestovat, porušovat pravidla, zdržovat hru, nedodržovat předepsanou vzdálenost od míče při rozehrávání rohového, autového, či volného kopu, atd. Červená karta znamená pro hráče vyloučení na zbytek zápasu a odchod do šaten. Následující 2 minuty po vyloučení hráče hraje družstvo v oslabení bez jednoho hráče na hřišti. Po obdržení gólu v tomto dvouminutovém oslabení se k týmu může připojit pátý hráč a tým může opět hrát v kompletním složení. Jestliže je vyloučen náhradník, mužstvo nehraje oslabení, ale pokračuje ve hře nadále se všemi hráči. Vyloučen může být hráč, který hraje surově, má hrubé nespportovní chování, plive na hráče, úmyslně zahraje míč rukou a zmaří tak soupeři jasnou gólovou šanci, má pohoršující gesta a ponižuje soupeře.

Hrací plocha, míč a branková konstrukce

Hrací plocha (obr. 1) musí mít tvar obdélníku. Pro mezinárodní utkání je rozměr hřiště jasně stanoven na délku 38 až 42 m a na šířku 18 až 25 m. Delší čára hřiště se nazývá postranní a kratší čára hřiště se nazývá branková. Ve středu hrací plochy se nachází středová čára, na které leží středový bod společně se středovým kruhem. Dále je na hrací ploše vyznačeno pokutové území (o poloměru 6 m), značka druhého pokutového kopu (vzdálena od brankové čáry 10 m), značka pokutového kopu (6 m od brankové čáry), rohový čtvrtkruh (o poloměru 0,25 m) a na postranní čáře jsou vyznačeny také 5 metrové zóny pro střídání hráčů (5 metrů od středové čáry na každou stranu). Povrch futsalového hřiště musí být rovný a musí být tvořen neabrazivními materiály (dřevo, umělý materiál). Souvislé čáry, které vyznačují hrací plochu, nesmí být kluzké a jejich barva se musí výrazně lišit od barvy povrchu na hrací ploše (SFČR, 2020).

Obrázek 1

Schéma hrací plochy (SFČR, 2020)



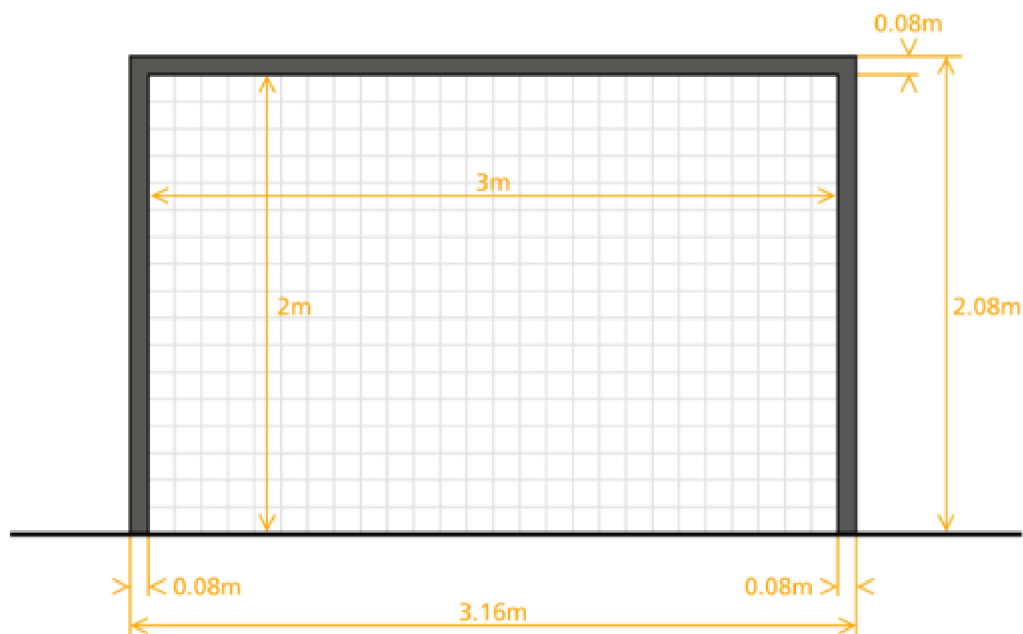
Míč musí být vyroben ze schváleného materiálu, který nesmí být pro hráče nijak nebezpečný. Vrchní viditelná vrstva míče je většinou vyrobena z kůže. Používají se míče velikosti č. 4 se sníženým odskokem. Snížený odskok v praxi zjistíme tak, že míč puštěný z výšky 2 m po prvním odrazu od země vystoupá do výšky v rozmezí 55 – 65 cm. Obvod míče musí být v rozmezí 62 – 64 cm. Hmotnost nesmí přesáhnout 430 g a tlak nahuštění nesmí být menší než 0,6 atm a větší než 0,9 atm (Mestek, 2012). Dle SFČR (2020) jsou míče, které splňují všechny tyto nároky a parametry označovány třemi způsoby:

- "FIFA APPROVED" (schváleno FIFA)
- "FIFA INSPECTED" (prověřeno FIFA)
- "INTERNATIONAL MATCHBALL STANDARDS" (mezinárodní míčový standard)

Branková konstrukce musí být umístěná ve středu brankové čáry. Vodorovné břevno v horní části branky spojuje dvě vzpřímené tyče, a tím tvoří celkovou bránu. Každá z těchto brankových tyčí musí být čtvercového průřezu se zaoblenými hrany. Vzdálenost mezi vodorovnými tyčemi musí být 3 m a vzdálenost od okraje břevna ke hrací ploše musí být 2 m. Šířka tyčí i břevna musí mít stejnou šířku jako šířka brankové čáry, která činí 0,08 m. Všechny rozměry jsou uvedeny na obrázku 2. Síť musí být vhodně připevněna k zadní části brankových tyčí i břevna a nesmí v jakémkoli případě bránit brankáři v pohybu (SFČR, 2020).

Obrázek 2

Schéma brankové konstrukce (SFČR, 2020)



2.1.3 Somatická charakteristika futsalu

Nejčastěji se hráči futsalu porovnávají s profesionálními hráči ve fotbale. Hráči futsalu mají průměrně nižší střed těžiště, nižší tělesnou výšku a také hmotnost. Kromě toho se vyznačují kratší délkou dolních končetin, kde mají oproti fotbalistům lépe vyvinuté obvody boků a lýtek (Gorostiaga et al., 2009). To je u futsalu způsobeno především rozdílným rozměrem hřiště a vysokou úrovní výbušnosti dolních končetin. (Capranica et al., 1992). Někteří futsalisté mají větší kosterní svalstvo a tuk v horní polovině těla, díky tomu si dokáží lépe pokrýt míč před soupeřem. Není žádnou novinkou, že hráči futsalu mají řadu morfologických podobností s hráči házené (Burdukiewicz, 2014).

2.1.4 Kondiční charakteristika futsalu

Alvarez, D'ottavio, Vera a Castagna (2009) uvádí, že hra se odehrává ve velmi vysoké intenzitě a vyžaduje velmi vysoké nároky na techniku a taktiku hráče a celého týmu. Navíc časomíra se stopuje při každém přerušení hry. Z toho vyplývá, že hra trvá ve skutečnosti o 75 – 85 % déle, než stanovený standartní čas 40 minut. Hráči obvykle urazí 3 – 5 km za zápas (Makaje, Ruangthai, Arkarapanthu, & Yoopat, 2012). Pohybové lokomoce hráčů se v jednom střídání mění každé 3 sekundy, hráč provede za tuto dobu 3 – 4 souboje a doba zotavení na hřišti je pouze v rozmezí 20 – 30 sekund (Castagna et al., 2009). Futsal je tedy vysoce intenzivní sport s vysokými energetickými nároky, které zapojují aerobní i anaerobní metabolismus (Castagna & Alvarez, 2010).

2.1.5 Psychická charakteristika futsalu

U sportu jako je fotbal, se objevuje nespočetně mnoho studií o psychologických faktorech hráčů, trenérů a týmu jako celku. Ovšem výzkumy týkající se psychiky futsalistů mají značnou mezeru. Ve studii, kterou prováděl Mokhtari, Mashhoodi a Rahmati (2013) dospěli k závěru, že trenéři prostřednictvím motivace, instrukcí, taktickými a technickými pokyny dokáží zlepšit soudržnost týmu a zvýšit hráčům sebevědomí a motivaci. Demokratické chování trenéra a pozitivní zpětná vazba snižuje u hráčů stres a pocit vyhoření. Právě stres je u hráčů jeden z nejdůležitějších psychických faktorů, který může negativně ovlivnit jejich výkon nebo dokonce způsobit úplné vyhoření. Trenéři však mohou stres u hráčů snížit prostřednictvím organizovaného tréninku a vysokou frekvencí her (Mottaghi, Atarodi, & Rohani, 2013).

2.1.6 Technická a taktická charakteristika futsalu

Futsal zahrnuje spoustu technických a fyzických dovedností, jako jsou přihrávky, střelba, zrychlení, zpomalení, změny směru, obratnost, schopnosti rozhodování a koordinace těla (De Bueno, Caetano, Souza, Cunha, & Moura, 2020). Na hráče futsalu jsou kladeny nároky na orientaci z hlediska pohybových činností na malém prostoru a na mimořádně pohotovou reakci z hlediska rozhodování. U futsalu rozdělujeme techniku na tři základní složky. Technika běhu, technika hry nohou a přihrávky. Hráči běhají malé úseky ve vysokém tempu a frekvenci, musí mít skvělý cit pro míč z důvodu technické práce s míčem na malém prostoru. Přihrávky se realizují většinou po zemi a jsou většinou prudké a přesně mířené na nohu spoluhráče (Stříž, 2002).

Futsalové taktiky se ve hře odvíjí od toho, v jaké herní fázi se mužstvo momentálně nachází. Fáze jsou buď útočné, nebo obrané. V obou fázích se mužstvo snaží mít míč zcela pod kontrolou pomocí herních kombinací v určitém herním systému.

Útočné herní systémy

- systém postupného útoku (poziční, rotační)
- systém rychlého protiútoku

Obranné herní systémy

- osobní
- zónové
- kombinované obrany

Na základě aktuálních podmínek (dovednosti hráčů, prostorové podmínky, obranný herní systém soupeře apod.) je třeba zvažovat, který útočný a obranný herní systém trenér zvolí a hráči jej aplikují na hrací ploše (Kresta, 2009).

2.2 Zatížení

Bedřich (2006) označuje tréninkové zatížení jako záměrný, cílený podnět k pohybové činnosti, v jejímž důsledku dochází ke změnám trénovanosti, která podmiňuje růst sportovní výkonnosti.

Dle Periče a Dovalila (2010) tvoří zatížení podněty, které se označují za účelově uspořádanou pohybovou činnost. Za tyto podněty můžeme považovat jednotlivá tréninková cvičení, která cíleně vyvolávají v organismu reakci (stres), a tím naruší homeostázu uvnitř těla.

Cíleně vyvolané reakce pomocí podnětů jsou zásadní pro ovlivňování a formování sportovního výkonu.

Z výše uvedených definic je zřejmé, že cílem zatížení je pozitivně působit na organismus, a tím zlepšovat jeho trénovanost a zvyšovat sportovní výkon. Dovalil (2008) doplňuje, že pro zvýšení výkonosti musíme zvolit racionální cestu, tzn. působení a zlepšení jednotlivých složek (faktorů). Tímto způsobem postupně sladíme všechny vylepšené výkonnostní složky v jeden celek. Každá cvičení mají svůj pohybový obsah, intenzitu a objem.

2.2.1 Intenzita zatížení

Pod pojmem intenzita si můžeme představit určité úsilí, které musí člověk vynaložit pro to, aby vykonal daný pohybový úkol. Velikost úsilí má několik stupňů – od nízké úrovně až po hraniční úsilí. Ve sportovním odvětví cvičíme nejrůznějším úsilím (intenzitou). Provádíme cviky v maximální, střední nebo nízké intenzitě. Intenzita zatížení je pevně spojena s výdejem energie. Čím vyšší je intenzita zatížení, tím vyšší je i energetický výdej. Změnou intenzity zatížení se mění i dodávaný zdroj energie pro činnost svalů, a s ním i způsob jeho uvolňování. Rozlišují se tři typy biochemických systémů, které zabezpečují energetické krytí pro pohybovou (svalovou) činnost. Označují se jako ATP-CP systém, LA systém a O₂ systém. Je důležité zmínit, že každý z těchto systémů nepracuje samostatně (Perič & Dovalil, 2010).

Tabulka 1

Energetické systémy a jejich zapojení při pohybové činnosti (Perič & Dovalil, 2010)

Systém	Způsob štěpení	Zdroj energie	Doba zapojení
ATP-CP	anaerobně	CP	15 s
LA	anaerobně	glykogen	2-3 min
LA-O ₂	aerobně-anaerobně	glykogen	5-10 min
O ₂	aerobně	glykogen, tuky	hodiny

Každý systém se zapojuje v jiném časovém úseku, má jiný zdroj energie a jiný způsob štěpení. I přes všechny rozdílnosti tvoří biochemické systémy jeden celek a společně poskytují celkové energetické krytí po celou dobu zatížení (Perič & Dovalil, 2010).

Dovalil (2002) rozlišuje intenzitu cvičení na nízkou až maximální, což koreluje s daným energetickým krytím.

- Maximální intenzita (úder, kopy, odrazy) – anaerobní alaktátové krytí (ATP-CP)
- Submaximální intenzita (běhy na střední tratě, 1 kolo v boxu) – anaerobní krytí (LA)
- Střední intenzita (běhy na 3 – 10 km) – aerobně-anaerobní krytí (LA-O₂)
- Nízká intenzita (silniční cyklistika, triatlon, kruhový trénink) – aerobní krytí (O₂)

2.2.2 Objem zatížení

Kvantitativní složku zatížení ztvárňuje jeho objem. Objem lze vyjádřit dobou trvání cvičení tzn. časem, nebo pomocí počtu opakování cvičení. Často je tak objem tréninkového zatížení udáván počtem tréninkových dnů, jednotek a také počtem tréninkových hodin. V jednotlivých sportech můžeme objem vyjádřit pomocí specifických ukazatelů, jako počet skoků, vrhů, hodů, počet kilometrů, počet sestav, počet obdržených branek atd. Soutěžní zatížení je dáno počtem závodů, utkání a startů v jedné sezóně (Dovalil, 2008).

Perič a Dovalil (2010) tvrdí, že „vztah mezi objemem a intenzitou má podobu nepřímé úměrnosti – vysoká intenzita umožňuje malý objem a naopak. V praxi to znamená, že pokud chceme při cvičení pracovat vysokou intenzitou, lze to činit jen ve velmi malém objemu, krátkodobě. Není tedy možné, aby sportovec současně prováděl vysokou intenzitou cvičení po delší dobu“ (p. 37).

2.2.3 Diagnostika vnějšího zatížení

Vnější zatížení můžeme hodnotit pomocí metody pozorování. Pod pojmem pozorování si můžeme představit záměrné sledování činnosti všech hráčů na hřišti a celou jejich hru. Tato metoda pojímá většinou obrazový, písemný, grafický nebo zvukový záznam, kde se objevuje především aktivita hráčů, jejich úspěšnost a úspěšnost řešení herních situací (Bedřich, 2006).

Dle Hůlky, Bělky a Weissera (2014) patří do diagnostiky vnějšího zatížení i analýza vzdáleností a rychlostí. Jedná se o objektivní metodu, která spojením s metodami pro hodnocení vnitřního zatížení, poskytuje zpětnou vazbu o výkonu hráče. Pro získání dat touto cestou musíme využít jeden z uvedených systémů:

- GPS technologie – zpracovávají údaje o aktuálních polohách hráče v čase
- Moderní kartografické metody – pohyb hráče je zaznamenán do souřadnicové mapy, kde je následně převeden na vzdálenost

- Systémy pracující s digitalizací videozáznamu – převádějí získaná data o hráči z kamer na rychlostní a vzdálenostní jednotky

2.2.4 Diagnostika vnitřního zatížení

Pro diagnostiku vnitřního zatížení můžeme použít dvě metody, a to monitoring srdeční frekvence, která je nejpoužívanější, nebo metodu měření laktátu v krvi.

Monitoring srdeční frekvence je nepřímá metoda pro odhad zapojení energetického krytí hráčů. Výsledky získané metodou monitorování SF mohou být zkresleny několika faktory, proto touto metodou pouze odhadujeme zatížení u hráčů. Mezi nejčastější zkreslovací faktory patří dehydratace, hypotermie, spánkový deficit, stres, teplota prostředí, emoce, intermitence zatížení, nervozita a mnoho dalších.

Pro diagnostiku vnitřního zatížení se používá i metoda měření laktátu v krvi. Metoda se používá především u sportů, kde se hráč pohybuje nejméně 4 minuty s neměnnou intenzitou. Mohou to být cyklisti, plavci nebo běžci na velkou vzdálenost. Měřený laktát se z pracujícího svalstva koncentruje se zpožděním. Platí pravidlo, že čím vyšší je intenzita zátěže, tím je zpoždění koncentrace laktátu větší (Hůlka et al., 2014).

2.2.5 Monitoring srdeční frekvence

Srdeční frekvence nám udává rychlost tepů srdce. Vyjadřuje se počtem stahů (tepů) za minutu. Průměrný zdravý člověk má klidovou srdeční frekvenci v rozmezí 60-70 tepů/min. Při tělesné zátěži se tepová frekvence automaticky zvýší a naopak při spánku se frekvence výrazně sníží. Trénovaný jedinec má nižší klidovou tepovou frekvenci, než průměrná zdravá osoba. Je to dáno tzv. tréninkovou bradykardií, což je zvětšení systolického objemu levé komory. Pomocí krve se transportuje kyslík do potřebných tkání. Zajišťují tak správný chod svalů a orgánů (Seliger Vinařický & Trefný, 1980). Každý člověk má svou maximální srdeční frekvenci (SFmax). Je to nejvyšší možná hodnota tepů za minutu, které dokáže srdce vykonat. Hodnota je snadno zjistitelná buďto výpočtem ze vzorce ($SF_{max} = 220 - \text{věk}$) nebo formou laboratorních testů jako je bicyklový ergometr nebo běžecký pás. Po zjištění hodnoty SFmax můžeme určit zóny intenzity zatížení, které se pohybují v určitých procentech SFmax. Tyto zóny slouží k monitorování hráče, v jaké intenzitě zatížení se zrovna pohybuje (Baběrád, 2010).

- Intenzita vysokého zatížení > 85 % SFmax (prahové hodnoty)
- Intenzita středního zatížení 85 – 65 % SFmax (aerobní zóna)
- Intenzita nízkého zatížení < 65 % SFmax (subaerobní zóna)

Pro měření srdeční frekvence (SF) existuje hned několik metod. Nejrychlejší a také nejjednodušší měření je měření palpační. Měření probíhá tak, že si hráč přiloží ruku na krkavici nebo na zápěstí a následně si změří počet úderů srdce za 15 sekund. Naměřenou hodnotu vynásobí číslem 4 a dostane výslednou minutovou srdeční frekvenci. Dále můžeme měřit SF pomocí elektrokardiografu tzv. EKG. Tyto dvě zmíněné metody se obtížně používají v průběhu sportovních zápasů a her (Bangsbo, Iaia, & Krstrup, 2007). Proto byly vyvinuty sporttestery, které dokáží monitorovat SF během jakékoli sportovní činnosti. Pracují se speciálním softwarem, který využívá matematicko-statistické metody pro snímání SF. Dokáží okamžitě přenést data v elektrické podobě do hardwarového zařízení (Javorka et al., 2008). Sporttestery se nejčastěji skládají z hrudního pásu a hodinek, které složí jako přijímač. Nejrozšířenější výrobce sporttesterů je firma Polar, Garmin, Sigma a Timex. Polar vyrábí zařízení jak pro jednotlivce, tak i systémy pro skupinové měření, které přednostně využívají sportovní kluby. Od firmy Polar se často pro měření skupin používá systém Polar TEAM 2. Největší výhodou je fakt, že sportovci mají místo hodinek na sobě hrudní pás, který v žádném sportu nepřekáží a pod dresem je téměř neviditelný. Aktuální data se ze všech hrudních pásů sdílí do jednoho PC, což znamená, že trenér má aktuální informace o všech hráčích přehledně na jednom místě.

2.2.6 Zatížení ve futsalu

Výzkumy s monitorováním srdeční frekvence (HR) a analýzou zápasu uvádějí, že hráči futsalu udržují HR na úrovni vyšší než 80 % maximální srdeční frekvence (SFmax) po dobu větší než 83 % času v zápase. Vzhledem ke zvýšené HR a poměru mezi prací a odpočinkem 1:1 je futsal považován za jeden z nejnáročnějších sportů (Barbero-Alvarez et al., 2008). Budal a Rosendo (2007) ve své studii zjistili, že u mužského futsalu je na každé pozici hráč jinak zatížen. Intenzita HR se u hráčů na křídlech pohybuje mezi 81 – 100 %, u útočníků (pivotů) mezi 60 – 70 % a u brankářů byla naměřena hodnota 60 – 70 % SFmax. Borges et al. (2022) porovnal výsledky z různých studií, které se zabývali měřením HR u hráčů futsalu. Naměřené hodnoty z těchto studií jsou uvedeny níže v tabulce (Tabulka 2).

Tabulka 2

Výsledky jednotlivých studií fyziologických profilů hráčů futsalu z hlediska srdeční frekvence (Borges et al., 2022)

Autor	Počet hráčů	Průměrný věk	Pohlaví	Tepová frekvence
Pedro et al., 2013	N = 11	17,2 ± 0,8	Muži	204 ± 11 BPM
Pedro et al., 2013	N = 9	22,6 ± 4,2	Muži	199,8 ± 8,5 BPM
Rodrigues et al., 2011	N = 14	22,5 ± 3,1	Muži	199,8 ± 8,5 BPM
Castagna at al., 2007	N = 15	16,7 ± 1,2	Muži	199 ± 9 BPM
Alvarez et al., 2009	N = 13	24,6 ± 2,7	Muži	198 ± 13 BPM
Beato et al., 2016	N = 15	43,9 ± 3,1	Muži	176 ± 8 BPM
Nikolaidis et al., 2019	N = 16	27 ± 9	Muži	192,2 ± 6,9 BPM

Z tabulky 2 je zřejmé, že průměr tepů za minutu (BPM) je ve všech studiích vyšší než 80% maximální srdeční frekvence. Studie byly prováděny u profesionálních a poloprofesionálních hráčů. V porovnání s jinými sporty se futsal pohybuje mezi těmi nejvyššími hodnotami srdeční frekvence. To je dáno díky vysoké frekvenci a malými dobami odpočinku na rozdíl od ostatních sportů. Podobným stylem hry vyniká i házená, při které se hráči pohybují v průměrné tepové frekvenci 176 tepů za minutu.

2.3 Sportovní herní výkon

Sportovní výkon definuje Lehnert, Novosad a Neuls (2001) jako „projev specializovaných schopností sportovce. Jeho obsahem je uvědomělá pohybová činnost zaměřená na řešení úkolu, který je vymezen pravidly jednotlivých disciplín, závodů, soutěží a klání“ (p. 8).

Podle Dovalila (2002) je sportovní výkon charakterizován jako specifická pohybová činnost, jejímž obsahem je řešení pohybového úkolu, který vymezují pravidla daného sportu a v níž sportovec usiluje o maximální uplatnění výkonových předpokladů.

Dovalil et al. (2009) dále uvádí, že existují určité faktory, které přímo působí a ovlivňují sportovní výkon. Jsou to:

- Kondiční faktory (rychlost, vytrvalost, síla, pohyblivost, koordinace)
- Technické faktory (specifické provedení dovedností)
- Psychické faktory (motivace, emoce)
- Taktické faktory (způsob řešení úkolů)
- Somatické faktory (hmotnost, výška)

2.3.1 Týmový herní výkon

Podle Dobrého (1988) je týmový herní výkon založen na „individuálních herních výkonech, které podléhají vzájemnému regulačnímu působení. Jednotlivci ovlivňují hru družstva a družstvo působí na jednotlivce, kteří následně ovlivňují své jednání“ (p. 47).

V týmové hře ale nejde pouze jen o vzájemné ovlivňování hráčů. Důležitá je i týmová kooperace a kompetice. Všichni hráči tedy musí spolu vzájemně spolupracovat, aby dosáhli co nejlepších výsledků (cíle). Do tohoto zasahuje i zmíněná kompetice, tj. odolávání a bránění pokusů soupeřova družstva.

Týmový herní výkon má své určité klíčové faktory, které můžeme rozvíjet v rámci tréninkového procesu a utkání. Jsou to jak sociálně psychologické faktory (neustálé proměny vztahů, motivací, postojů, frustrace a uspokojení), tak i činnostní faktory (individuální herní výkony). Do těchto dvou faktorů patří několik nezbytných determinantů:

Sociálně psychologické determinanty:

- Sociální koheze (komplex vnitřních sil a vztahů v týmu, které spojují členy skupiny)
- Komunikace a motivace (kritika, pochvaly a připomínky hráčů/trenérů)
- Trenér (pozice, kterou zaujímá ve skupině určitý člen)

Činnostní determinanty:

- Činnostní koheze (soudržnost, spolupráce a souhra hráčů)
- Činnostní participace (míra účasti jednotlivých hráčů na týmovém výkonu)

Lehnert et al. (2001) hodnotí týmový herní výkon pomocí několika kritérií. Mezi nejdůležitější patří výsledek utkání. Dále můžeme úroveň výkonu hodnotit počtem úspěšných útočných a obranných akcí nebo také počtem získaných a ztracených míčů.

2.3.2 Individuální herní výkon

Individuální herní výkon se skládá z osobitého herního konání jedince. V průběhu utkání, ale i na tréninku můžeme jednotlivé herní činnosti jednotlivce rozdělit na útočné a obranné. Do

útočných herních činností patří například přihrávky, střely, vedení míče, zpracování a pohyby bez míče (uvolňování se, obsazování protihráče nebo nabíhání na přihrávku). Do obranných herních činností patří odebírání míče, poziční bránění nebo obsazení hráče. Z těchto herních činností hráči nejčastěji využívají samostatný běh v různých rychlostech (Psotta, 2006).

Dle Dobrého (1988) a Votíka (2005) se projevuje individuální herní výkon v průběhu každého utkání. Hráč totiž musí co nejrychleji a nejefektivněji vyřešit herní úkoly a situace pomocí svých herních schopností, jako je kondice, taktika, psychika a technické dovednosti. Tyto individuální herní předpoklady tvoří základ týmového výkonu.

Složky individuálního herního výkonu (Lehnert et al. (2001):

- herní dovednosti (provedení herních činností, rozhodování, komunikace)
- koordinační schopnosti (reakce, rovnováha, orientace, rytmičtější)
- kondiční schopnosti (rychlost, vytrvalost, síla, flexibilita)
- somatické charakteristiky (tělesná výška a hmotnost)
- psychické charakteristiky (morální vlastnosti, postoje, povahové rysy)

2.3.3 Diagnostika a analýza herního výkonu

Diagnostiku ve sportu používáme za účelem získávání nejrůznějších informací o dané testované osobě nebo celého týmu. Je to poznávací činnost, která má určitou strukturu. Obecně se diagnostika skládá ze tří částí. Pozorování, měření a výklad výsledků. Tyto výsledky dále používáme jako podklady pro řídicí zásahy v průběžném usměrňování sportovní činnosti. Diagnostika se uplatňuje například při výběrů talentů, zjišťování trénovanosti osob a také ve výzkumech. Poměrně nezávislou oblastí, která spadá pod diagnostiku herního výkonu, je diagnostika sportovních činností. Pod tímto pojmem si můžeme představit například analýzu sportovního utkání. Existuje nespočetné množství technik a postupů při diagnostice. Níže jsou uvedeny alespoň základní klasifikace technik (Dovalil, 2008).

- Pozorování
- Pozorování doplněné záznamem
- Posuzovací (posuzovací škály)
- Testování (test)
- Přirozený experiment
- Dotazovací techniky (dotazníky, rozhovory)

Za diagnostiku můžeme považovat pozorování jednotlivých hráčů nebo celého týmu a jejich způsobů provedení herních činností. Při diagnostice pozorujeme vnitřní a vnější složky herního zatížení. Vnitřní složky zatížení poukazují na námahu uvnitř organismu, jako reakci na zatížení. Vnější složky popisují množství vykonané práce při hře. Ty můžeme sledovat pouhým okem (Dovalil et al., 2009). Nasbíraná data pak slouží k porovnání výkonů mezi hráči, a ke zlepšování výkonnosti hráče.

Naměřená data slouží jako zpětná vazba pro hráče i trenéra, který musí s obdrženými daty pracovat správně. Analýzu dělí Borbély, Ganczner, Paldan a Singera (2006) na tři základní typy:

- 1) Statická analýza
- 2) Empirická analýza volným okem
- 3) Softwarová analýza prostřednictvím speciálního počítačového programu

Statická analýza

Statická analýza pracuje zejména se záznamem utkání. Statistiky získané ze záznamu utkání jsou velmi přesné a využívají se především pro srovnání výkonů hráčů a týmu v dlouhodobém časovém horizontu. Nevýhodou této analýzy je fakt, že nedokážeme zjistit příčinu výskytu naměřených výsledků (činností). Ukáže nám tedy pouze, k čemu v utkání došlo, nikoli jejich příčiny a důvody.

Empirická analýza

Empirická analýza je založena na principu pozorování hry pouze lidským okem. Díky vizuálnímu sledování můžeme analyzovat například rozestavení hráčů, pohybové manévry, komunikaci v týmu, herní systémy a automatismy. V této analýze je ovšem nejdůležitější schopnost číst a chápat hru a z toho vyvodit konsekvenci pro potřeby týmu. Empirická analýza se využívá i v průběhu zápasu, kdy trenér analyzuje průběh utkání pouhým okem a může okamžitě provádět změny v týmu.

Softwarová analýza

Softwarová analýza je dnes již nejběžnější a nejvyužívanější metodou. Jde o softwarové technologie, které dokáží sami zachycovat a vyhodnocovat všechny podstatné ukazatele hry. Zároveň se jedná o nejpřesnější metodu, které dokáže pomocí technologií dokonale a okamžitě měřit jak průběh hry a výkon celého týmu, tak umožňuje analyzovat průběh zatížení organismu jedince na tréninku či v zápase. V současné době existuje nespočetné množství programů na zmíněnou analýzu utkání. Borbély et al. (2006) uvádí programy jako Master Coach Amisco Pro, Tact Foot, Sage Game Manager, Clintgames Prozone nebo Game Breaker. Nevýhodou těchto

programů je jejich velká finanční náročnost. Novější datové programy zmiňuje Tomíček a Pelloneová (2022), a jsou to InStat, Wyscout nebo StatsBomb.

2.4 Molekulární vodík

Nejjednodušší atom ve vesmíru a nejlehčí plynný prvek. V normálních podmínkách bezbarvý, vysoce hořlavý, bez zápachu, 14,5x lehčí než vzduch a těžko stlačitelný. Takové parametry má molekulární vodík. Samotný vodík v nízké koncentraci můžeme označit za relativně bezpečnou a netoxickou látku (Nicolson et al., 2016; Sun, Ohta & Nakao, 2015). Molekulární vodík se značí H₂ a díky své malé velikosti dokáže lehce proniknout přes buněčné membrány až do samotného nitra buňky. Je tak schopný rychle proniknout do mezibuněčného prostoru a působit tak na systémy uvnitř buněk se specializovanou funkcí (organely) (Ohsawa et al., 2007). Díky své silné reaktivitě dokáže vytvářet sloučeniny takřka se všemi prvky z periodické tabulky prvků.

2.4.1 Způsob aplikace molekulárního vodíku

V minulosti se voda obohacena vodíkem aplikovala do organismu pouze inhalací plynného skupenství s vysokým obsahem vodíku (Fukuda et al., 2007; Ohsawa et al., 2007). Postupem času se objevily i další způsoby aplikace vodíku, například orální a injekční užití. Mezi další méně známé metody patří vodíkové lázně nebo aplikace vodíku pomocí očních kapek (Sun et al., 2015).

Inhalace

Aplikace vodíku pomocí inhalace není zrovna nejefektivnější metodou. Ovšem touto metodou dodáváme přímo a účelně vodík do lidského organismu. Metoda dodává podobné množství vodíku do těla ve skoro stejném časovém rozmezí jako při intravenózním aplikování. Vodík inhalujeme přes plynovou masku, kde je zcela minimální riziko exploze (Ohta, 2011). Využívají se plynné směsi, které obsahují 2-4% H₂. Saitoh, Okayasu, Xiao, Harata a Miwa (2008) dodávají, že důležitými parametry pro inhalaci vodíku je koncentrace H₂ a celkový objem směsi.

Intravenózní užití

Jedná se o invazivní metodu, která není dostatečně vhodná pro sportovce (Kawamura, Higashida & Muraoka, 2020). Metoda dokáže rychle zvýšit množství vodíku v těle. Yamazaki, Kusano, Ishibashi, Kiuchi a Koyama, (2015) ve své studii zjistili, že intravenózní aplikace vodíku snižuje oxidační stres vyvolaným náročným závodem u koní.

Orální užití

Díky této metodě se vodík rychle vstřebává do krevního oběhu, kde je následně rozptýlen do svalů (Ohta, 2011). Metoda se udává jako nejšetrnější. Kawamura, Fujii, Higashida a Muraoka (2019) tvrdí, že orální metoda má pozitivní vliv na zvýšení sportovního výkonu, a to díky zlepšení metabolismu glukózy a jaterního zpracování glykogenu. Tyto funkce podporují zvyšování výkonu během zatížení, a také rychlost zotavení po zátěži (Aoki, Nakao, Adachi, Matsui & Miyakawa, 2012).

Vodík se rozpouští ve vodě, kde může mít odlišnou koncentraci, která se odvíjí od různých metod výroby. Ovšem vodík nezůstává v lahvi koncentrovaný po celou dobu. Je velmi nestabilní a proto se pomalu jeho koncentrace ve vodě snižuje. Je to dáno několika faktory, jako jsou například okolní teplota nebo materiální složení balení (Sun et al., 2015). Nejčastěji se vodík s hydrogenovanou vodou (HRW) plní do hliníkových nádob, které dokáží zabránit úniku vodíku.

Vodíkové lázně

Koupele v hydrogenované vodě nemají žádný prokazatelný účinek na oxidační stres nebo svalové poškození způsobené zatížením. Ve výzkumu od Kawamura et al., (2016) došli k závěru, že koupele výrazně přispívají ke snížení svalové bolesti po zátěži, a to první a druhý den po výkonu.

2.4.2 Účinky molekulárního vodíku na organismus ve sportu

V roce 2007 se objevila jedna z prvních studií, která uvedla, že molekulární vodík dokáže selektivně redukovat hydroxylové radikály (OH) a peroxynitrit (ONOO-), což jsou molekuly, které mají silné oxidační vlastnosti. V této studii zkoumali také inhalaci H₂ u zvířat, kde se ukázalo, že tato metoda výrazně snížila oxidační stres vyvolaný zatížením (Ohsawa et al., 2007). Molekulární vodík se poté začal zkoumat i z hlediska léčebných účinků v oblasti medicíny. H₂ má nejen antioxidační vlastnosti, ale i protizánětlivé účinky. Redukuje množství laktátu v krvi a snižuje pocit únavy po fyzickém zatížení (Botek, Krejčí, McKune, Sládečková, & Naumovski, 2019). Dále bylo prokázáno, že H₂ stimuluje mitochondriální dýchání a rychlost oxidativní fosforylace ATP (Murakami, Ito, & Ohsawa, 2017).

Aplikování vody nasycené vodíkem před zátěží má protis:navový účinek, a to jak v silovém, tak i ve vytrvalostním a rychlostním tréninku.

Dle Kawamury et al., (2020) má molekulární vodík své výhody i nevýhody. Ve své studii uvedl tyto:

Výhody H₂:

- snadno proniká buněčnou membránou a rychle difunduje do organel
- selektivně snižuje OH a ONOO-
- do těla může být dodáván více způsoby
- má minimální vedlejší účinky, protože se vylučuje vydechováním

Nevýhody H₂

- zůstává v těle krátkou dobu
- není stanoven protokol pro optimální příjem H₂
- nejsou známy účinky při dlouhodobém užívání
- malý počet studií

Ve sportovním odvětví voda obohacená vodíkem zvětšuje toleranci proti acidóze, snižuje únavu a podporuje větší výkonnost svalů. Doposud žádná studie neprokázala jakékoli vedlejší účinky, které by mohly negativně ovlivnit zdraví člověka. Ovšem dodnes také nevíme, jaké ideální množství lze aplikovat, aby bylo dosaženo maximálního účinku H₂. K pozitivním výsledkům dospělo ve svých studiích mnoho zahraničních autorů. Aoki et al. (2012) při zkoumání zjistil, že vodík významně snížil laktát v krvi po sportovní zátěži a také redukoval snižování svalových funkcí. Da Ponte, Giovanelli, Nigris a Lazzer (2018) testovali vliv HRW na výkon při stupňované zátěži do maxima. V této studii významně klesl výkon u jedinců, kterým bylo podáno placebo místo vody obohacené vodíkem. Z tohoto vyplývá, že HRW napomáhá udržet stálý výkon po delší dobu. Ve studii od Botka et al., (2019) testování jedinci uvedli, že po aplikování HRW se snížila škála subjektivního vnímání námahy při zatížení. V dalších studiích měl vodík pozitivní vliv na redukci zánětů a oxidačního stresu, na zvyšování funkcí CNS a ANS systému a zvyšování hodnoty VO₂max.

Z těchto příkladů vyplývá, že voda obohacená molekulárním vodíkem má pozitivní účinky ve více směrech a negativní vliv na lidský organismus nebyl prozatím zjištěn.

3 CÍLE

3.1 Hlavní cíl

Hlavním cílem práce je hodnocení vlivu hydrogenované vody na výkon hráčů futsalu při opakovaných sprintech.

3.2 Dílčí cíle

- Zjištění aktuální výkonnosti hráčů
- Analýza získaných dat
- Komparace naměřených výsledků

3.3 Výzkumné otázky

1. Existují rozdíly mezi opakovanými sprinty na vzdálenost 5 metrů u hráčů futsalu během utkání při užití HRW a placebo?
2. Existují rozdíly mezi opakovanými sprinty na vzdálenost 10 metrů u hráčů futsalu během utkání při užití HRW a placebo?
3. Existují rozdíly mezi opakovanými sprinty na vzdálenost 20 metrů u hráčů futsalu během utkání při užití HRW a placebo?

3.4 Úkoly práce

- Osvojení literatury zkoumající danou problematiku
- Nastudování a následné užití vhodného testu
- Opatření potřebných pomůcek, prostor a probandů pro měření a sběr dat
- Sběr a analýza naměřených dat
- Zpracování a výklad výsledků

4 METODIKA

4.1 Charakteristika výzkumného souboru

Testování se zúčastnilo celkem 16 sportujících jedinců. Skupina probandů se skládala převážně z hráčů futsalu, kteří byli doplněni i o divizní hráče fotbalu. Žádný člen skupiny nebyl brankář. Věkový průměr skupiny byl $\bar{x} = 22,56 \pm 0,9$; tělesná výška $\bar{x} = 181,33 \text{ cm} \pm 7,86 \text{ cm}$; tělesná hmotnost $\bar{x} = 76,06 \text{ kg} \pm 5,84 \text{ kg}$. Testování proběhlo v listopadu roku 2022. Všichni testovaní byli důkladně poučeni a seznámeni s průběhem testování, souhlasili s měřením a kdykoli měli možnost z výzkumu odstoupit.

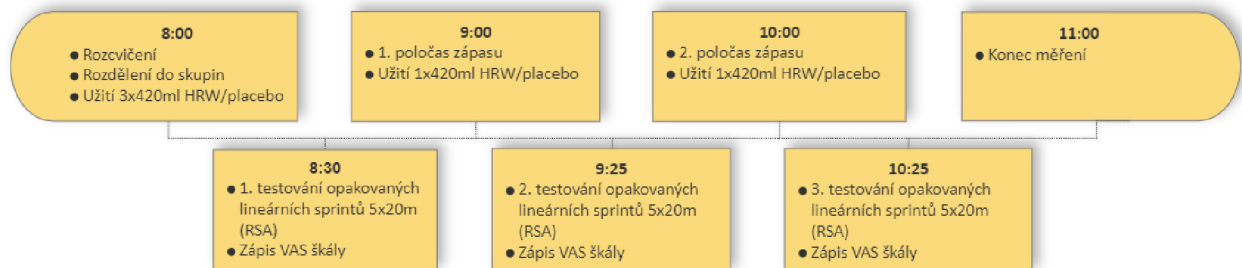
4.2 Harmonogram výzkumného měření

V rámci výzkumu byla všem testovaným změřena před samotným testem jejich tělesná hmotnost a výška. Dále nám sdělili své datum narození. Probandi měli na programu dvě, zcela totožné, testování v průběhu dvou týdnů. První testování proběhlo v prvním týdnu a druhé testování se uskutečnilo v týdnu následujícím. Testování absolvovali test lineární rychlosti (RSA) na 5, 10 a 20m, který v rámci jednoho testování opakovali 15x. Test byl proložen tréninkovým utkáním (2x25 minut) mezi samotným měřením. První měření lineární rychlosti proběhlo před tréninkovým utkáním, kde bylo naměřeno 5 opakovaných sprintů (pokusů) na 5, 10 a 20 metrů. Po prvním půli zápasu následovalo měření dalších 5ti sprinterských pokusů na stejnou vzdálenost, a po skončení utkání se měření lineární rychlosti opakovalo naposledy. Celkem se tedy naměřilo 15 pokusů u každého probanda. Po každém měření probandi uváděli hodnotu vnímaného úsilí na škále NRS. V rámci testování se měřila i výška vertikálního skoku, avšak v mé bakalářské práci se budu zabývat pouze testem lineární rychlosti – 5, 10 a 20m.

Před samotným měřením byli futsalisté rozděleni na dvě skupiny. Jedné skupině byla podávána po celou dobu testování hydrogenovaná voda (HRW) a druhá skupina užívala pouze placebo. V druhém týdnu měření si skupiny vyměnili role. Skupina, která při prvním měření užívala HRW, užíla nyní placebo a naopak. Při testování žádný z účastněných nevěděl, zda užívá HRW či nikoli. V rámci jednoho testování vypili probandi přes 2 litry tekutin, konkrétně 2,1 litrů v průběhu celého výzkumného měření v rámci jednoho týdne.

Obrázek 5

Schéma výzkumu.



4.3 Složení hydrogenované vody (HRW)

Probandi užívali HRW s názvem Aquastamina R od firmy Nutristamina, která slouží pouze pro výzkumné účely na univerzitách a spol. Firma dodává i placebo, která jsou lidskými smysly nerozeznatelná od nasycené vody vodíkem. HRW obsahuje oxidačně redukční potenciál (ORP) 630mV a hladinu pH 7,7 – 7,9. Jedno balení bezbarvé, nezapáchající a neochucené obohacené vody má objem 420 ml.

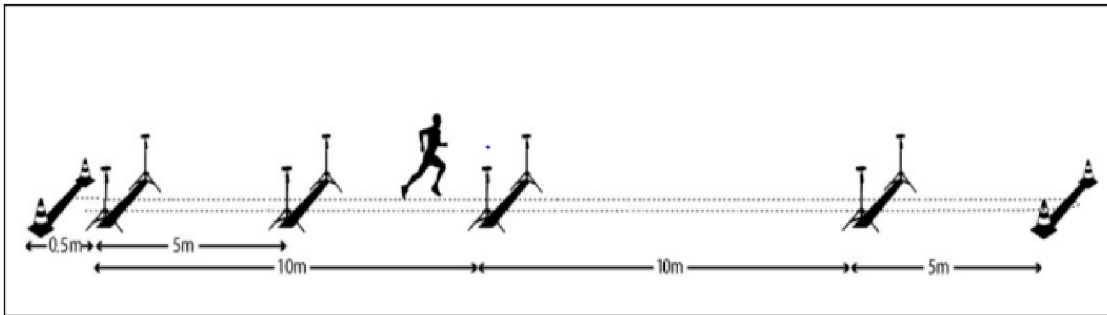
4.4 Popis a metodika testu

Testování bylo zaměřeno na jeden konkrétní test, a to na test lineární rychlosti - 5, 10 a 20 metrů, který probandi absolvovali opakovaně ihned za sebou s pauzou maximálně 2 minuty mezi jednotlivými sprinty. Test u hráčů zkoumá anaerobní kapacitu, schopnost zotavení mezi jednotlivými sprinty a také schopnost opakovaně produkovat stejnou výkonnostní úroveň.

Hráč se postaví 0,5m před první dvojicí fotobuněk a zaujme polohu polovysokého startu. Poté je pouze na hráči, kdy vystartuje, a tím tak odstartuje test. Měření se spustí ve chvíli, kdy zadní noha hráče protne paprsek první dvojicí fotobuňky. Od první dvojice musí hráč uběhnout v maximálním sprintu měřenou vzdálenost 20m. Aby se zamezilo předčasnému zpomalení hráče na konci měřeného úseku, je za poslední dvojicí fotobuňky přidána zóna dlouhá 5 metrů. Naměřený čas ve vzdálenostech 5, 10 a 20 metrů uvádíme v setinách sekundy. Je vhodné dodržet pevnou startovní pozici bez nežádoucích přebytečných pohybů a vyhnout se přešlapu při startu. Každá fotobuňka má být nastavena ve výšce kotníků, abychom se vyvarovali protnutí paprsku například horní polovinou těla (FAČR, 2019).

Obrázek 7

Test lineární rychlosti na 5 m, 10 m a 20 m (FAČR, 2019).



4.5 Měřící pomůcky a sběr dat

Testování vyžadovalo tyto veškeré pomůcky:

- Kužely
- Stopky
- 8 telemetrických fotobuněk + ovládací zařízení
- Měřící pásmo
- Záznamový program pro naměřená data

4.6 Metody sběru dat

Hodnoty, které se objevují v této bakalářské práci, jsou zpracovány v softwarovém programu Excel od společnosti Microsoft. Hodnoty, se kterými pracuji, jsou získané pomocí vzorců v programu Excel. V této práci využívám hodnoty jako je aritmetický průměr, směrodatná odchylka, nebo také nejlepší či nejhorší naměřený čas.

4.7 Průběh sběru dat

První testování proběhlo v termínu 2. 11. 2022. Začátek testování byl naplánován na 8 hodin. Před samostatným testováním probandi absolvovali dynamické rozcvičení, aby maximálně předešly svalovému zranění a připravili se na zátěž. Po precizním strečinku bylo polovině hráčům podáno 3 x 420 ml HRW a zbylým placebo. Jakmile probandi užili HRW a placebo, ihned začalo první kolo testování pěti opakovaných lineárních sprintů (RSA). Následně uvedli na NRS škále jejich pocit zatížení a subjektivní aktuální stav. Poté se hráči rozdělili do dvou týmů a zahájili tréninkové utkání dle pravidel futsalu. V průběhu zápasu hráči museli vypít dalších 2 x 420 ml HRW či placebo. V poločasové přestávce proběhlo druhé měření RSA a také

subjektivní hodnocení hráčů na škále NRS. Po dohrání celého tréninkového utkání proběhlo poslední, třetí měření RSA na 5, 10 a 20 metrů. Celkem se konalo měření sprintů patnáctkrát, a to pět před zápasem, pět v průběhu poločasové přestávky a pět měření po celkové zátěži (po utkání). Druhé testování se opakovalo o týden později 9. 11. 2022, kde byl proveden zcela totožný postup měření.

4.8 Limity studie

Ve studii bylo nejdůležitější dodržet co nejpřesnější denní režim v průběhu dvou týdnů, ve kterých se výzkum prováděl. Ovšem tuto podmínku bylo u probandů velmi obtížné zajistit a dodržet. Osobně jsem mohl dohlížet alespoň na správné užití HRW/placeba a důkladné absolvování výzkumu probandů v celém rozsahu.

Další významné faktory, které mohly ovlivnit experimentální studii:

- konzumace alkoholu
- špatná životospráva
- nedostatek spánku
- absolvování náročných aktivit v průběhu dvoutýdenního testování

5 VÝSLEDKY

Bakalářská práce se specializuje na pozorování výkonů hráčů při testování lineární rychlosti na 5, 10 a 20 metrů po užití HRW. Výsledky získané měřením času, jak pod vlivem HRW, tak placebo, byly následně mezi sebou porovnány.

5.1 Test lineární rychlosti – 5m, 10m a 20m

Test posuzuje lineární rychlost testovaných probandů na vzdálenost 5, 10 a 20 metrů. Na těchto vzdálenostech se u hráčů hodnotí především akcelerace, dosažení maximální rychlosti a následné setrvání v maximální rychlosti.

Tabulka 3

Porovnání výsledků z celkového měření na jednotlivých úsecích - HRW

Počet probandů	Délka (m)	\bar{x} (s)	Min (s)	Max (s)	SD
16	5	1,05	0,92	1,31	± 0,07
	10	1,78	1,12	2,18	± 0,10
	20	3,11	2,76	3,65	± 0,17

Poznámka: \bar{x} - aritmetický průměr, Min – hodnota nejlepšího výkonu, Max – hodnota nejhoršího výkonu, SD – směrodatná odchylka

Tabulka 4

Porovnání výsledků z celkového měření hráčů na jednotlivých úsecích - placebo

Počet probandů	Délka (m)	\bar{x} (s)	Min (s)	Max (s)	SD
16	5	1,05	0,91	1,32	± 0,06
	10	1,79	1,6	2,26	± 0,09
	20	3,12	2,78	4,19	± 0,18

Poznámka: \bar{x} - aritmetický průměr, Min – hodnota nejlepšího výkonu, Max – hodnota nejhoršího výkonu, SD – směrodatná odchylka

Tabulka 3 ukazuje nejlepší a nejhorší naměřené časy na jednotlivých úsecích. Dále jsou v tabulce uvedeny průměrné časy a směrodatné odchylky pro každý úsek. Dosažené hodnoty jsou naměřeny u hráčů, kteří byli pod vlivem HRW. Nejrychlejší proband pod vlivem HRW dosáhl času 0,92 sekund v úseku 5 metrů. Nejpomalejší čas byl v tomto úseku 1,31 sekund. V úseku 10

metrů byl naměřen nerychlejší čas 1,12 sekund a nejpomalejší 2,18 sekund. V nejdelším úseku 20 metrů byl zjištěn nejrychlejší čas v hodnotě 2,76 sekund, zato nejpomaleji byl zdolán za 3,65 sekund.

V tabulce 4 jsou uvedeny stejné parametry, jako tomu je v tabulce 3. Výsledky získané měřeními hráčů, kterým bylo podáno placebo, jsou následující:

V úseku 5 metrů byl naměřen nejlepší čas v hodnotě 0,91 sekund a nejhorší 1,32 sekund. Na 10-ti metrovém úseku se naměřila hodnota 1,6 sekund, což je hodnota nejrychlejšího času. Nejpomalejší čas v úseku 10 metrů je 2,26 sekund. 2,78 a 4,19 sekund jsou hodnoty, které představují nejrychlejší a nejpomalejší čas v měřeném úseku 20 metrů.

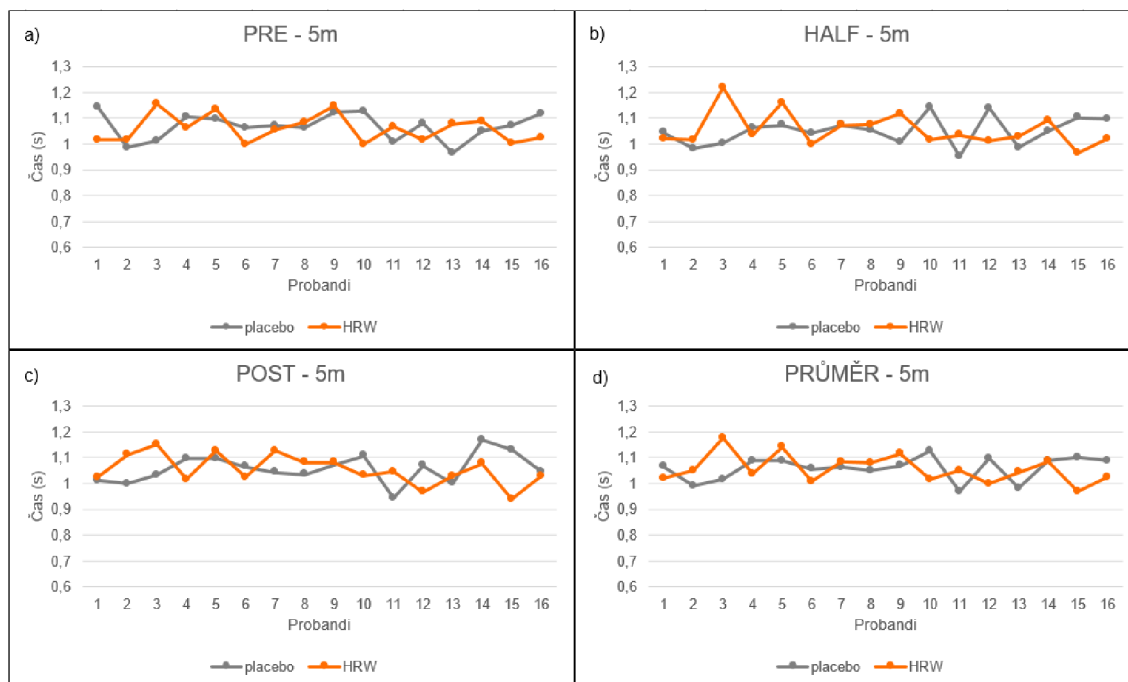
Při porovnání výsledků z tabulky 3 a tabulky 4 je zřejmé, že průměrné hodnoty jsou v obou případech velmi podobné. V délce 5 metrů jsou průměrné časy stejné jak u HRW, tak u placeba. Průměrný čas na délku 10 metrů je lepší u HRW, ale pouze o 0,01s. Lepší čas s HRW platí i pro porovnání časů na úseku 20 metrů. Průměrný čas na 20 metrů s HRW je lepší o 0,04s. Dvou ze třech nerychlejších časů bylo dosaženo po aplikaci HRW (Tabulka 3). Na úseku 10 metrů byl rozdíl mezi nejrychlejším časem placebo a HRW největší, a to 0,48s. Na úseku 20 metrů byl nejrychlejší proband po užití HRW lepší o 0,04s, než nejrychlejší čas u probanda při měření placebo. Pouze na 5 metrovém úseku byl naměřen nejrychlejší čas u placeba. V tomto případě se čas mezi nerychlejším probandem s HRW a placebem lišil o 0,01s.

5.2 Test lineární rychlosti – 5m

Následné obrázky poukazují na časové difference v RSA po užití placebo a obohacené vody. Na každém obrázku jsou vyznačeny doby jednotlivých fází měření, tzn. před (Pre), v půli (Half) a po (Post) tréninkovém utkání. Můžeme tedy vzájemně porovnat i časy mezi jednotlivými fázemi měření. Porovnávané číselné hodnoty odpovídají aritmetickému průměru, který je vypočítán z naměřených časů všech hráčů na konkrétní vzdálenost. U takového testování musíme chápat, že čím menší je hodnota času, tím je výsledek hráče lepší.

Obrázek 8

Efekt HRW u opakovaných sprintů na vzdálenost 5 metrů



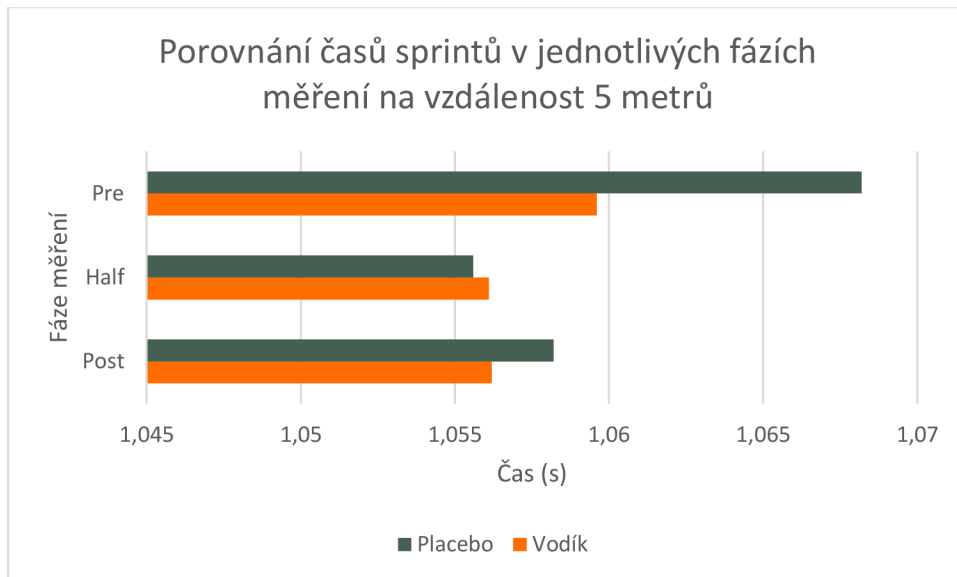
Poznámka. (a) = měření před tréninkovým utkáním; (b) = měření v polovině tréninkového utkání; (c) = měření po tréninkovém utkání; (d) = průměrné hodnoty všech tří měření; HRW = obohacená hydrogenovaná voda

Obrázek 8 porovnává naměřené časy sprintů na vzdálenost 5 metrů. V obrázku jsou označeny dosažené časy jednotlivých hráčů, jak s placebem, tak i s HRW. V měření před utkáním, po užití HRW, bylo viditelné zlepšení časů u 50% hráčů. V polovině utkání mělo 43,75% hráčů lepší čas. Po utkání se počet lepších časů s HRW již nenavýšil, tedy stále bylo rychlejších 43,75% hráčů s HRW. Po užití HRW na úseku 5 metrů si svůj čas zlepšilo průměrně 43,75% hráčů.

Největšího zlepšení dosáhl proband s číslem 15. Tomu se v měření po utkání podařilo zlepšit svůj průměrný čas o 16,97%. Avšak nejviditelnější zhoršení můžeme vidět v HALF měření u probanda 3, který si po užití HRW zhoršil průměrný čas na úseku pěti metrů o 17,57%.

Obrázek 9

Porovnání časových výsledků sprintu na vzdálenost 5 metrů



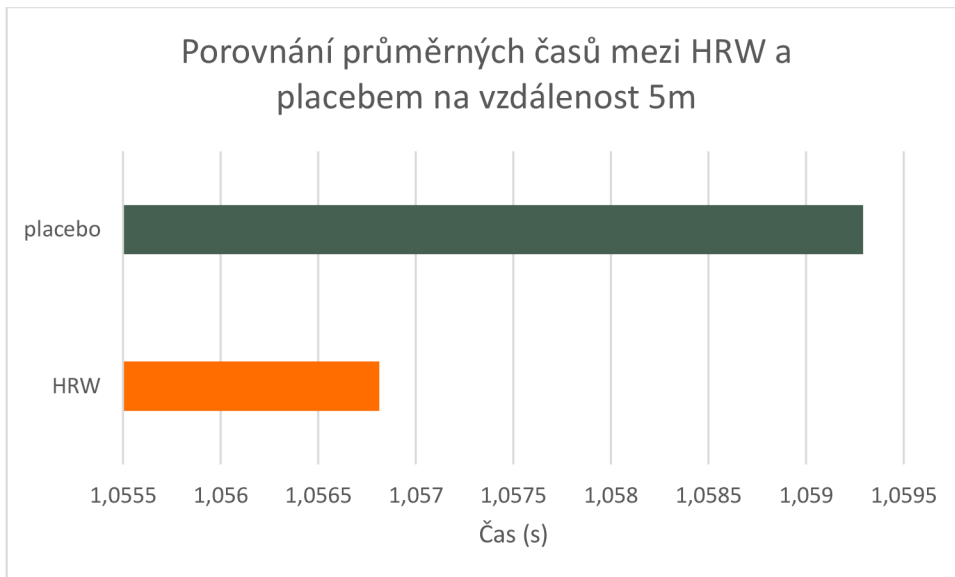
Poznámka. Pre – před utkáním, Half – v polovině utkání, Post – po utkání

Z obrázku 9 je patrné, že hráči po užití HRW nedosahují velkých časových rozdílů mezi jednotlivými fázemi měření (Pre, Half a Post). Největší rozdíl pozorujeme v testování před samotným utkáním (Pre), kde byl naměřen nejdelší průměrný čas sprintů jak u hráčů s HRW, tak i u hráčů s placebem. Právě v testování před utkáním byl naměřen i největší časový rozdíl mezi HRW a placebem. Hráči po užití placebo byli v testu před utkáním průměrně o 0,0086 sekund pomalejší, než hráči po užití HRW. Čas měřený v půli a na konci utkání je ve všech případech relativně vyrovnaný a nemá velké časové rozdíly.

Dále si můžeme všimnout, že hráči po užití placebo mají velké časové rozdíly mezi jednotlivými fázemi měření. Největší časový rozdíl vidíme u placebo, kdy se hráči zhoršovali o 1,18%. Kdežto u HRW se hráči mezi jednotlivými fázemi měření zhoršovali pouze o 0,34%. Je tedy jasné, že po užití HRW podávají hráči konstantnější a vyrovnanější výkony ve všech fázích měření.

Obrázek 10

Porovnání průměrných časů mezi HRW a placebem na vzdálenost 5m

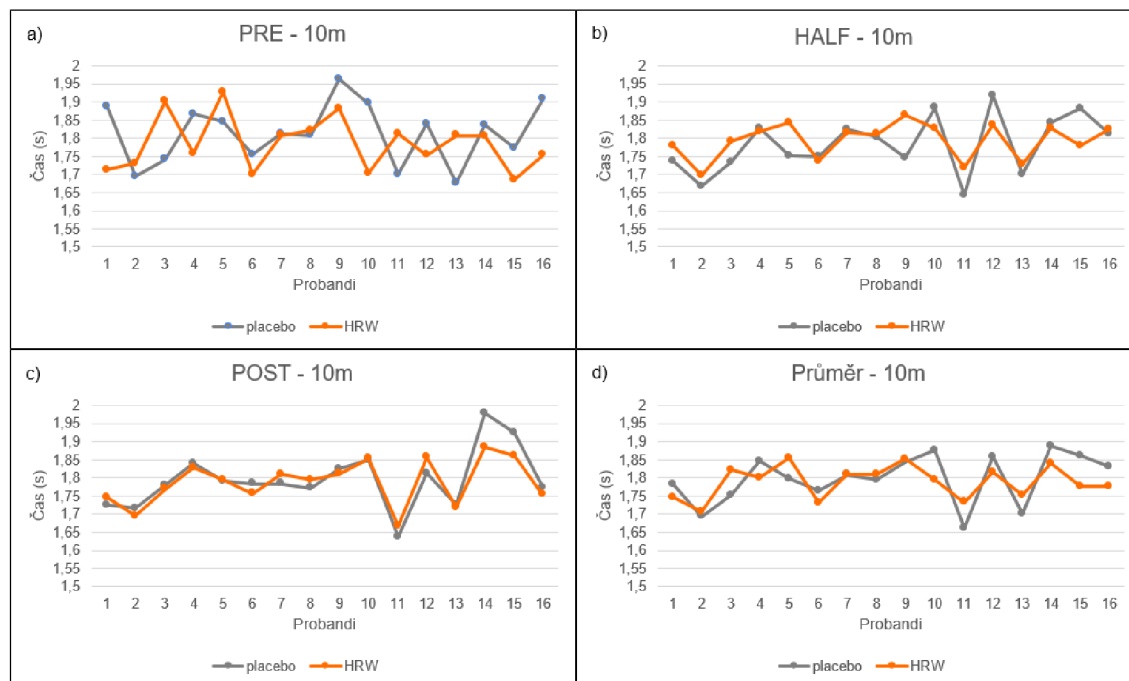


Ačkoli se neprokázalo zlepšení u všech hráčů po aplikaci HRW, obrázek 10 nám ukazuje celkový průměrný čas sprintu na vzdálenost 5 metrů. Ten byl získán ze všech naměřených pokusů probandů. Z něj jasně vyplívá, že i když se všichni probandí po užití HRW nezlepšili, tak celkový průměrný čas ($1,0568s \pm 0,07$) všech testovaných je menší, než celkový průměrný čas u testování pouze s placebem ($1,0592s \pm 0,06$). Můžeme konstatovat, že se hráčům po aplikaci HRW snížil průměrný čas o 0,24%.

5.3 Test lineární rychlosti – 10m

Obrázek 11

Efekt HRW u opakovaných sprintů na vzdálenost 10 metrů



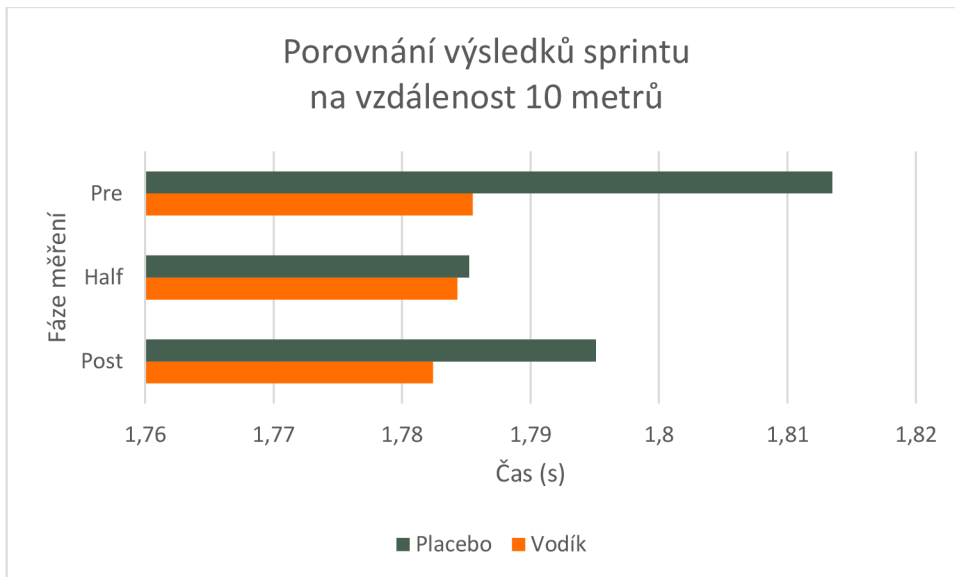
Poznámka. (a) = měření před tréninkovým utkáním; (b) = měření v polovině tréninkového utkání; (c) = měření po tréninkovém utkání; (d) = průměrné hodnoty všech tří měření; HRW = obohacená hydrogenovaná voda

Obrázek 11 porovnává naměřené časy sprintů na vzdálenost 10 metrů. V obrázku jsou označeny dosažené časy jednotlivých hráčů, jak s placebem, tak i s HRW. Měření před utkáním ukázalo, že se u 68,75% hráčů objevilo časové zlepšení po užití HRW oproti placebu. V polovině utkání klesl počet zlepšených hráčů pouze na 43,75%. 56,25% hráčů mělo po užití HRW lepší čas oproti pokusům s placebem v měření po utkání. Průměrně si čas zlepšilo na úseku 10 metrů 50% testovaných hráčů. HRW tedy mělo pozitivní vliv na polovinu testovaných.

Nejlepší časové zlepšení proběhlo u probanda s číslem 10 v měření před utkáním. Jeho sprinterský čas se zlepšil po užití HRW o 10,13%. Proband s číslem 3 si, na úseku deseti metrů ve stejné fázi měření, zhoršil svůj čas o 8,42%.

Obrázek 12

Porovnání výsledků sprintu na vzdálenost 10 metrů



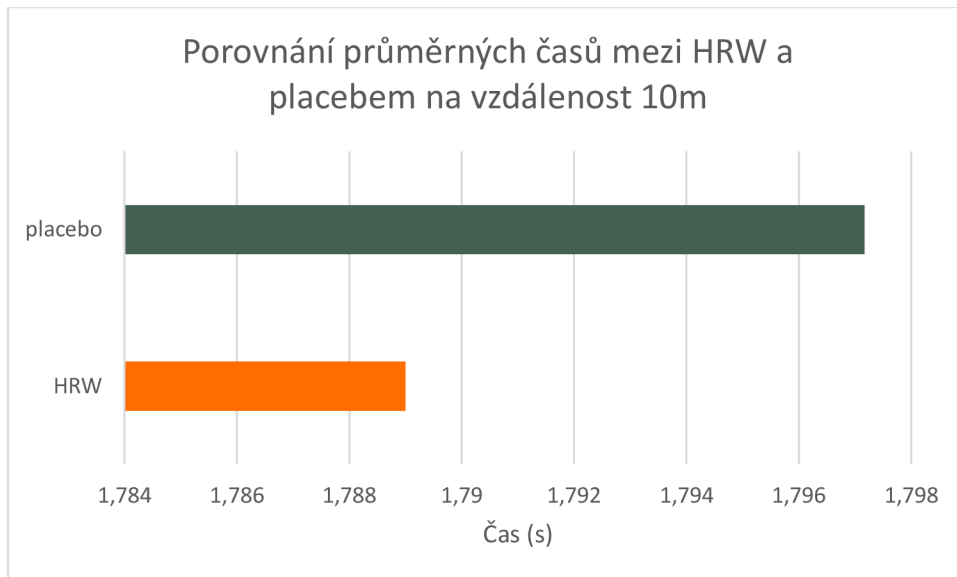
Poznámka: Pre – před utkáním, Half – v polovině utkání, Post – po utkání

Obrázek 12 porovnává časy s HRW a placebo ve všech časových fázích na vzdálenost 10 metrů. U hráčů, kteří užili obohacenou vodu vodíkem, můžeme vidět opravdu minimální časové rozdíly ve všech časových fázích měření. Největší časové zhoršení mezi fázemi měření bylo u HRW naměřeno 0,18%. Zatímco největší rozdíl mezi fázemi měření u placebo byl naměřen 1,56%. Opět se tedy prokázala vyrovnanost výkonů u HRW.

Nejvyšší hodnoty byly naměřeny opět ve fázi před utkáním (Pre), kde byl i největší časový rozdíl mezi HRW a placebem. Jedná se o rozdíl v hodnotě 0,028s mezi HRW a placebem. Všechny tři naměřené průměrné časové hodnoty po užití HRW jsou nižší, než hodnoty placebo.

Obrázek 13

Porovnání průměrných časů mezi HRW a placebem na vzdálenost 10 metrů

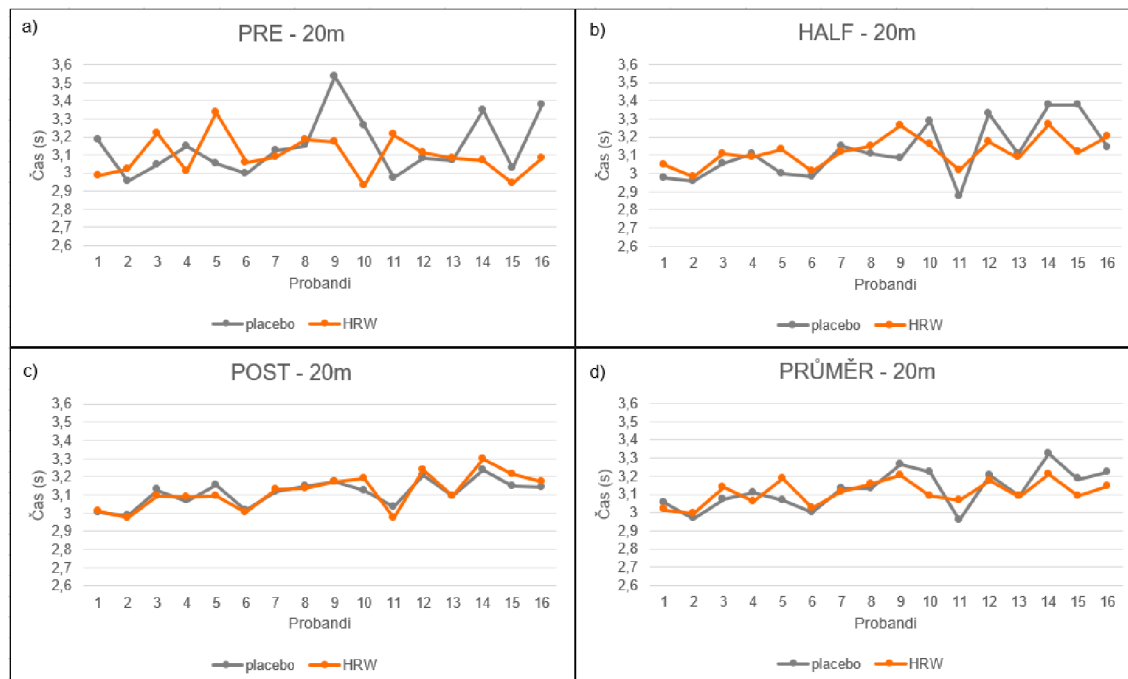


Na obrázku 13 můžeme vidět průměrné časy všech měření na vzdálenost 10 metrů. Po užití HRW se zlepšilo 50% hráčů, ale stejně jako tomu bylo v měření na 5 metrů, celkový průměrný čas ze všech částí měření měli lepší hráči po užití HRW. Průměrný naměřený čas u placebo je $1,7971 \pm 0,09$ sekund a u HRW nabývá průměrný čas hodnoty $1,7889 \pm 0,1$ sekund. Průměrně se hráči zlepšili po aplikaci HRW o 0,46%.

5.4 Test lineární rychlosti – 20m

Obrázek 14

Efekt HRW u opakovaných sprintů na vzdálenost 20 metrů



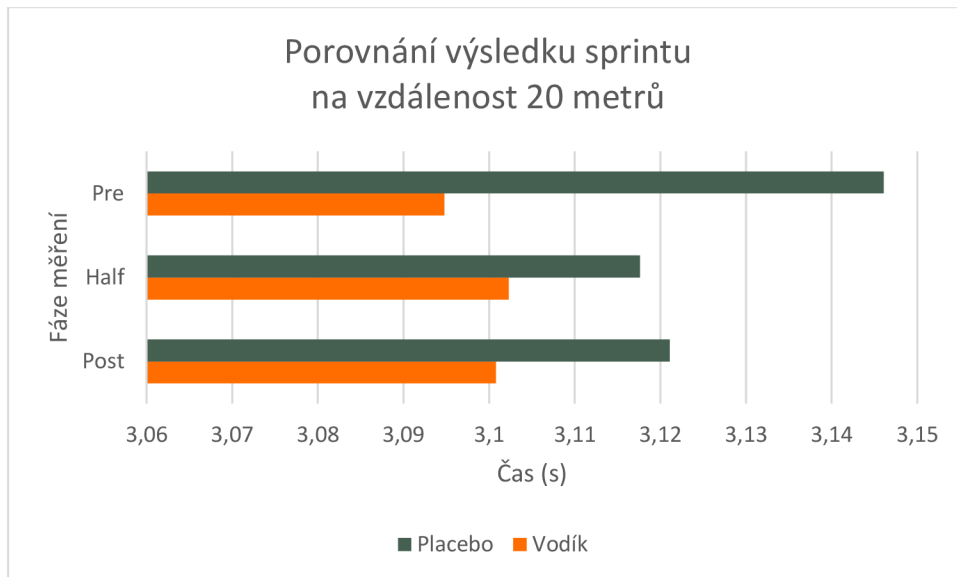
Poznámka. (a) = měření před tréninkovým utkáním; (b) = měření v polovině tréninkového utkání; (c) = měření po tréninkovém utkání; (d) = průměrné hodnoty všech tří měření; HRW = obohacená hydrogenovaná voda

Obrázek 14 porovnává naměřené časy sprintů na vzdálenost 20 metrů. V obrázku jsou označeny dosažené časy jednotlivých hráčů, jak s placebem, tak i s HRW. Z obrázku 14 je zřejmé, že po užití HRW před utkáním si zlepšilo svůj čas oproti placebu 50% hráčů. V polovině utkání a po utkání došlo ke zlepšení u 43,75% hráčů. Ze všech tří měření se tedy průměrně zlepšilo po aplikaci HRW celkem 56,25% hráčů.

Nejrychlejší čas si zlepšil proband 9 o 10,19% ve fázi měření před utkáním. Nejhorší výkon provedl proband s číslem 5, který svůj výkon zhoršil v měření před utkáním o 8,57%.

Obrázek 15

Porovnání výsledků sprintu na vzdálenost 20 metrů



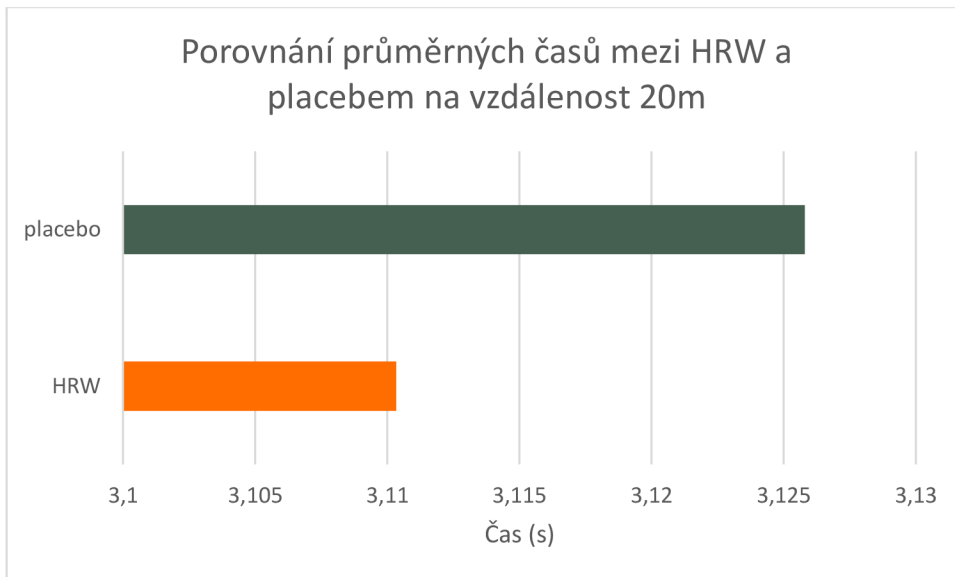
Poznámka: Pre – před utkáním, Half – v polovině utkání, Post – po utkání

Na obrázku 10 pozorujeme porovnání rychlosti na vzdálenost 20 metrů. Můžeme zde opět vidět velmi nízké časové rozdíly ve všech časových fázích měření s obohacenou vodou. Největší rozdíl je opět zaznamenán ve fázi před utkáním. Časový rozdíl mezi HRW a placebem před utkáním je největší ze všech měření. Jeho hodnota je 0,05s. Všechny naměřené hodnoty s HRW jsou v tomto případě prokazatelně menší.

Opět vidíme u HRW i lepší konzistentnost a stálost výkonů mezi jednotlivými fázemi měření. U HRW bylo naměřeno největší zhoršení u hráčů pouze o 0,25% a u placebo o 0,91%.

Obrázek 16

Porovnání průměrných časů mezi HRW a placebem na vzdálenost 20 metrů



Obrázek 16 porovnává průměry naměřených časů mezi HRW a placebem na vzdálenosti 20 metrů. Z obrázku je jasně viditelný rozdíl v čase mezi HRW a placebem. Průměrný čas u placebo byl naměřen na $3,125 \pm 0,18$ sekund, kdežto průměrný čas, který byl dosažen po aplikaci HRW byl o 0,015 sekund nižší, což je $3,110 \pm 0,17$ sekund. Můžeme konstatovat, že v tomto případě mělo HRW pozitivní účinek na snížení průměrného času oproti placebo o 0,5%.

6 ZÁVĚRY

Opakovaný lineární test rychlosti na 5, 10 a 20 metrů prokázal relativně vyrovnané výkony u všech hráčů.

U lineárního testu rychlosti na 5 metrů se vliv molekulárního vodíku projevil v nejmenší míře oproti ostatním úsekům. Průměrný dosažený čas u sprintu s HRW ($\bar{x} = 1,0568s \pm 0,07$) byl menší, než průměrný čas dosažený s placebem ($\bar{x} = 1,0592s \pm 0,06$). Na úseku 5 metrů se tedy po aplikování HRW zlepšil průměrný čas sprintu o 0,24%. Průměrné časy sprintů v jednotlivých fázích měření (Pre, Half, Post) byly dost vyrovnané. Ve dvou fázích ze tří bylo dosaženo lepšího průměrného času s HRW, a to v měření před a po utkání. Individuální zlepšení časů u jednotlivých hráčů po užití HRW bylo viditelné u 43,75% testovaných. Nejrychleji byl úsek na 5 metrů zaběhnutý v čase 0,91s a nejpomaleji v čase 1,32s. Oba časy byly dosaženy při testování placeba.

Lineární test rychlosti na 10 metrů ukázal, že po užití HRW se průměrný čas sprintu zkrátí o 0,46%. Průměrný dosažený čas ($\bar{x} = 1,7889s \pm 0,1$) byl rychlejší u HRW. U placebo byl průměrný čas pomalejší ($\bar{x} = 1,7971s \pm 0,09$). V každé fázi měření dosáhly průměrné hodnoty časů sprintů s HRW lepších výsledků, než průměrné hodnoty s užitím placebo. Individuálně se po užití obohaceného nápoje zlepšilo 50% probandů. Nejrychleji byl úsek zdolán v čase 1,12s (po užití HRW) a nejpomaleji v čase 2,26s (placebo).

Při měření lineárního testu rychlosti na 20 metrů byl rozdíl mezi HRW a placebem nejrazantnější. Sprinty s HRW měli průměrný čas ($\bar{x} = 3,110s \pm 0,17$). U sprintů po užití placebo byl naměřen průměrný čas ($\bar{x} = 3,125s \pm 0,18$). Hráči po užití HRW byli na úseku 20 metrů v průměru rychlejší o 0,015s oproti placebo, což představuje zlepšení o 0,5%. V jednotlivých fázích měření byly hodnoty průměrných časů pod vlivem HRW dost vyrovnané, zároveň všechny hodnoty HRW byly nižší, než průměrné hodnoty placebo. Po užití vodíku se zlepšil čas u 56,25% testovaných hráčů. Nejrychlejší čas na vzdálenost 20 metrů byl naměřen (při testování HRW) 2,76s a nejpomalejší čas 4,19s (při testování placebo).

Z měření vyplívá, že HRW ovlivňuje individuální výkony hráčů při opakovaných sprintech na krátkou vzdálenost. Po jeho užití měli probandi celkově lepší průměrné časy sprintů, než s placebem, ale pouze o velmi nízkou hodnotu. Časový rozdíl mezi HRW a placebem rostl přímo úměrně s rostoucí vzdáleností. Předpokládáme tedy, že razantnější vliv HRW se projeví u běhů na větší vzdálenosti, které nejsou pro futsal typické. V tomto případě mělo vliv užití HRW spíše na konstantnost výkonů u všech hráčů. Po užití obohacené vody se totiž hráči nezhoršovali tak razantně mezi jednotlivými fázemi měření, jako při užití placebo.

7 SOUHRN

Bakalářská práce se zabývá vlivem molekulárního vodíku na výkon hráčů futsalu při opakovaných sprintech. V rámci analýzy byl opakovaně použit test lineární rychlosti na 5, 10 a 20 metrů. Samotný test byl vybrán z testové baterie FAČR, která se aplikuje výhradně v mládežnických kategoriích, ale i při výběrů talentů do české reprezentace.

Kapitola přehledu poznatků nám přibližuje futsal jako takový společně s jeho pravidly. Detailně popisuje kondiční, somatickou, psychickou, technickou i taktickou charakteristiku futsalu. Dále se práce věnuje výkonu a zatížení jak obecně, tak i přímo ve futsalu. Posledním tématem teoretické části je molekulární vodík. Jsou popsány jeho vlastnosti, způsoby aplikování a prozatímní účinky ve sportu.

Praktická část je zaměřena na samotné měření pomocí motorického testu. Zde jsou implementovány výsledky jednotlivých měření, které jsou pro lepší přehlednost převedeny do tabulek a grafů.

8 SUMMARY

The bachelor thesis focuses on the influence of molecular hydrogen on the performance of futsal players during repeated sprints. Within the analysis, the linear speed test was repeatedly used at 5, 10 and 20 meters. The test itself was selected from the testing battery of the Football Association of the Czech Republic (FAČR), which is exclusively applied in youth categories and talent selection for the Czech national team.

The chapter providing an overview of knowledge familiarizes us with futsal itself, along with its rules. It describes in detail the physical, somatic, mental, technical and tactical characteristics of futsal. Furthermore, the thesis discusses performance and workload both in general and specifically in futsal. The last topic in the theoretical part is molecular hydrogen. Its properties, methods of application and provisional effects in sports are described.

The practical part focuses on the actual measurement using a motor test. The results of individual measurements are implemented here, presented in tables and graphs for better clarity.

9 REFERENČNÍ SEZNAM

- Aoki, K., Nakao, A., Adachi, T., Matsui, Y., & Miyakawa, S. (2012). Pilot study: Effects of drinking hydrogen-rich water on muscle fatigue caused by acute exercise in elite athletes. *Medical Gas Research*, 2(1), 1-6. <https://doi.org/10.1186/2045-9912-2-12>
- Alvarez, J. C. B., D'ottavio, S., Vera, J. G., & Castagna, C. (2009). Aerobic fitness in futsal players of different competitive level. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(7), 2163-2166. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181b7f8ad>
- Arins, F. B., & da Silva, R. C. R. (2007). Intensity of training sessions among professional indoor soccer (futsal) players: a case study. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*, 9(3), 291-296. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/26472398_Intensity_of_training_sessions_among_professional_indoor_soccer_futsal_players_A_case_study
- Baběrád, P. (2010). *Maximální tepová frekvence a intenzita zatížení*. <https://www.beh.sportsite.cz/treninkove-tipy-a-rady/maximalni-tepova-frekvence-a-intenzita-zatizeni>
- Bangsbo, J., Iaia, F. M., & Krusturup, P. (2007). Metabolic response and fatigue in soccer. *International journal of sports physiology and performance*, 2(2), 111-127. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2.2.111>
- Barbero-Alvarez, J. C., Soto, V. M., Barbero-Alvarez, V., & Granda-Vera, J. (2008). Match analysis and heart rate of futsal players during competition. *Journal of sports sciences*, 26(1), 63-73. <https://doi.org/10.1080/02640410701287289>
- Bedřich, L. (2006). *Fotbal: rituální hra moderní doby*. Masarykova univerzita.
- Borbély, L., Ganczner, P., Paldan, R., & Singer, O. (2006). *Útočenie celého mužstva alebo Ako sa dnes útočí 1. diel. Všeobecná a špeciálna teória útočenia*. Nové Zámky: ÚFTS.
- Borges, L., Dermargos, A., Gorjão, R., Cury-Boaventura, M. F., Hirabara, S. M., Abad, C. C., ... & Hatanaka, E. (2022). Updating futsal physiology, immune system, and performance. *Research in Sports Medicine*, 30(6), 659-676. <https://doi.org/10.1080/15438627.2021.1929221>
- Botek, M., Krejčí, J., McKune, A. J., Sládečková, B., & Naumovski, N. (2019). Hydrogen rich water improved ventilatory, perceptual and lactate responses to exercise. *International Journal of Sports Medicine*, 40, 1–7. <https://doi.org/10.1055/a-0991-0268>
- Budal, F., & Rosendo, R. (2007). Intensity of training sessions among professional indoor soccer (futsal) players: A case study. *Brazilian Journal of Kinanthropometry and Human Performance*, 9(3), 291–296. Retrieved from

- https://www.researchgate.net/publication/26472398_Intensity_of_training_sessions_among_professional_indoor_soccer_futsal_players_A_case_study
- Bueno, M. J. D. O., Caetano, F. G., Souza, N. M. D., Cunha, S. A., & Moura, F. A. (2020). Variability in tactical behavior of futsal teams from different categories. *Plos one*, *15*(3), e0230513
- Burdukiewicz, A., Pietraszewska, J., Stachoń, A., Chromik, K., & Goliński, D. (2014). The anthropometric characteristics of futsal players compared with professional soccer players. *Human Movement*, *15*(2), 93-99. <https://doi.org/10.2478/humo-2014-0008>
- Capranica, L., Cama, G., Fanton, F., Tessitore, A., & Figura, F. (1992). Force and power of preferred and non-preferred leg in young soccer players. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, *32*(4), 358-363. Retrieved from <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1293418/>
- Castagna, C., & Alvarez, J. C. B. (2010). Physiological demands of an intermittent futsal-oriented high-intensity test. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *24*(9), 2322-2329. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181e347b9>
- Castagna, C., D'Ottavio, S., Vera, J. G., & Álvarez, J. C. B. (2009). Match demands of professional Futsal: a case study. *Journal of Science and medicine in Sport*, *12*(4), 490-494. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2008.02.001>
- Čálek, F., & Kovanda, V. (1989). *Pravidla netradičních sportů*. Sportpropag.
- ČMFS. (2007). *Pravidla futsalu platná od 1. 7. 2007*. Praha: ČMFS.
- Da Ponte, A., Giovanelli, N., Nigris, D. & Lazzer, S. (2018). Effects of hydrogen rich water on prolonged intermittent exercise. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, *58*(5), 612-621. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.17.06883-9>
- Dobrá, L. (1988). *Didaktika sportovních her* (2. vyd). Státní pedagogické nakladatelství.
- Dovalil, J. (2002). *Výkon a trénink ve sportu*. Olympia.
- Dovalil, J. (2008). *Lexikon sportovního tréninku*. Karolinum.
- Dovalil, J., Choutka, M., Svoboda, B., Hošek, V., Perič, T., Potměšil, J., Vránová, J., & Bunc, V. (2009). *Výkon a trénink ve sportu* (3. vyd). Olympia.
- Fobalová asociace České republiky. (2019). *Motorické testování FAČR*, *19*(1), 1-16.
- Fukuda, K. ichi, Asoh, S., Ishikawa, M., Yamamoto, Y., Ohsawa, I., & Ohta, S. (2007). Inhalation of hydrogen gas suppresses hepatic injury caused by ischemia/reperfusion through reducing oxidative stress. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, *361*(3), 670-674. <https://doi.org/10.1016/j.bbrc.2007.07.088>
- Gorostiaga, E. M., Llodio, I., Ibáñez, J., Granados, C., Navarro, I., Ruesta, M., ... & Izquierdo, M. (2009). Differences in physical fitness among indoor and outdoor elite male soccer

- players. *European journal of applied physiology*, 106, 483-491.
<https://doi.org/10.1007/s00421-009-1040-7>
- Hůlka, K., Bělka, J., & Weisser, R. (2014). *Analýza herního zatížení v invazivních sportovních hrách*. Univerzita Palackého v Olomouci.
- Javorka, M., Turianikova, Z., Tonhajzerova, I., Javorka, K., & Baumert, M. (2008). The effect of orthostasis on recurrence quantification analysis of heart rate and blood pressure dynamics. *Physiological measurement*, 30(1), 29. <https://doi.org/10.1088/0967-3334/30/1/003>
- Kawamura, T., Gando, Y., Takahashi, M., Hara, R., Suzuki, K., & Muraoka, I. (2016). Effects of hydrogen bathing on exercise-induced oxidative stress and delayed-onset muscle soreness. *Japanese Journal of Physical Fitness and Sports Medicine*, 297-305.
<https://doi.org/10.7600/jspfsm.65.297>
- Kawamura, T., Fujii, R., Higashida, K., & Muraoka, I. (2019). Hydrogen water intake may suppress liver glycogen utilization without affecting redox biomarkers during exercise in rats. *Gazzetta Medica Italiana-Archivio per le Scienze Mediche*, 178(9), 611-617.
<https://doi.org/10.23736/S0393-3660.18.03912-8>
- Kawamura, T., Higashida, K. & Muraoka, I. (2020). Application of Molecular Hydrogen as a Novel Antioxidant in Sports Science. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2328768.
- Kresta, J., Kresta, J., & Havlík, P. (2009). *Futsal*. Grada Publishing.
- Lehnert, M., Novosad, J., & Neuls, F. (2001). *Základy sportovního tréninku I*. Olomouc: Nakladatelství HANEX.
- Makaje, N., Ruangthai, R., Arkarapanthu, A., & Yoopat, P. (2012). Physiological demands and activity profiles during futsal match play according to competitive level. *Journal of sports medicine and physical fitness*, 52(4), 366. Retrieved from <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22828458/>
- Mokhtari, P., Mashhoodi, S., & Rahmati, H. (2013). The relationships between coaching efficacy, collective efficacy, and group cohesion among pro-league and first division female futsal teams. *Eur J ExpBiol*, 3(2), 316-321. Retrieved from <https://www.primescholars.com/articles/the-relationships-between-coaching-efficacy-collective-efficacy-and-group-cohesion-among-proleague-and-first-division-female-futsa.pdf>
- Mottaghi, M., Atarodi, A., & Rohani, Z. (2013). The relationship between coaches' and athletes' competitive anxiety, and their performance. *Iranian journal of psychiatry and behavioral sciences*, 7(2), 68. Retrieved from <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24644512/>

- Murakami, Y., Ito, M., & Ohsawa, I. (2017). Molecular hydrogen protects against oxidative stress-induced SH-SY5Y neuroblastoma cell death through the process of mitohormesis. *PLoS One*, *12*(5). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0176992>
- Nicolson, G. L., de Mattos, G. F., Settineri, R., Costa, C., Ellithorpe, R., Rosenblatt, S., ... Ohta, S. (2016). Clinical Effects of Hydrogen Administration: From Animal and Human Diseases to Exercise Medicine. *International Journal of Clinical Medicine*, *7*(1), 32–76. <https://doi.org/10.4236/ijcm.2016.71005>
- Ohsawa, I., Ishikawa, M., Takahashi, K., Watanabe, M., Nishimaki, K., Yamagata, K., ... Ohta, S. (2007). Hydrogen acts as a therapeutic antioxidant by selectively reducing cytotoxic oxygen radicals. *Nature Medicine*, *13*(6), 688–694. <https://doi.org/10.1038/nm1577>
- Ohta, S. (2011). Recent Progress Toward Hydrogen Medicine: Potential of Molecular Hydrogen for Preventive and Therapeutic Applications. *Current Pharmaceutical Design*, *17*(22), 2241–2252. <https://doi.org/10.2174/138161211797052664>
- Perič, T., & Dovalil, J. (2010). *Sportovní trénink*. Grada Publishing.
- Psotta, R. (2006). *Fotbal-kondiční trénink*. Grada Publishing as.
- Saitoh, Y., Okayasu, H., Xiao, L., Harata, Y., & Miwa, N. (2008). Neutral pH hydrogenenriched electrolyzed water achieves tumor-preferential clonal growth inhibition over normal cells and tumor invasion inhibition concurrently with intracellular oxidant repression. *Oncology Research*, *17*(6), 247–255. <https://doi.org/10.3727/096504008786991620>
- Seliger, V., Vinařický, R., & Trefný, Z. (1980). *Fysiologie tělesných cvičení*. Avicenum: zdravotnické nakladatelství.
- SFČR. (2020). *Pravidla futsalu FIFA platná od 1. 6. 2020*. Praha: SFČR.
- Stříž, M. (2002). *Technicko-taktické zkušenosti futsalové metodiky*. Praha: Komise futsalu ČMFS.
- Sun, X., Ohta, S., & Nakao, A. (2015). *Hydrogen Molecular Biology and Medicine*. Springer.
- Tomíček, M., & Pelloneová, N. (2022). *Sportovní datová analýza: Porovnání české a dánské nejvyšší fotbalové soutěže*. Tělesná kultura.
- Votík, J. (2005). *Trenér fotbalu" B" UEFA licence: (učební texty pro vzdělávání fotbalových trenérů)*. Olympia.
- Yamazaki, M., Kusano, K., Ishibashi, T., Kiuchi, M., & Koyama, K. (2015). Intravenous infusion of H₂-saline suppresses oxidative stress and elevates antioxidant potential in Thoroughbred horses after racing exercise. *Scientific Reports*, *5*(1), 15514. <https://doi.org/10.1038/srep15514>