

UNIVERZA V LJUBLJANI
FAKULTETA ZA ŠPORT

DIPLOMSKA NALOGA

RAZVOJ HITROSTI ODZIVANJA V KOŠARKI

GREGOR MIŠIČ

Ljubljana, 2012



Univerza v Ljubljani
Fakulteta *za šport*

KINEZIOLOGIJA
KONDIICIJSKA PRIPRAVA
KOŠARKA

RAZVOJ HITROSTI ODZIVANJA V KOŠARKI

DIPLOMSKA NALOGA

MENTOR

Izr. prof. dr. Frane Erčulj

SOMENTOR

Doc. dr. Igor Štirn

RECENZENT

Doc. dr. Goran Vučković

Avtor dela

GREGOR MIŠIČ

LJUBLJANA, 2012

»Slišim in pozabim. Vidim in si zapomnim. Naredim in razumem.« (Konfucij)

Največje zahvale gredo staršema, ki sta me skozi čas študija vedno podpirala in stala ob strani.

Profesorji: **Frane Erčulj**, **Igor Štirn**, Goran Vučković, Vojko Strojnik, Katja Tomažin in Milan Čoh, hvala za vse strokovne nasvete, ki sem jih prejel od vas.

Velika zahvala gre bivšemu profesorju Fakultete za šport Branku Dežmanu, kateri je bistveno vplival na uspešnost mojega študija in izobraževanja.

Izak Hribar Meden, zahvaljujem se za pomoč pri izdelovanju diplomske naloge.

Marija Hribar, hvala za strokovni pravopisni pregled diplomske naloge.

Sara Berdajs, hvala za pomoč pri oblikovanju izvlečka in stavkov v tujem jeziku.

Hvala vsem prijateljem, ki so me dražili ali pa vsaj mislili, da ne bom pravočasno diplomiral, saj mi je to dalo dodatno spodbudo za delo.

Ključne besede: hitrost odzivanja, odzivni čas, hitrost reakcije, reakcijski čas, kondicijska priprava, košarka

RAZVOJ HITROSTI ODZIVANJA V KOŠARKI

Gregor Mišič

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport, 2012

Kineziologija, kondicijska priprava – košarka

IZVLEČEK

Košarka je igra, ki zahteva od igralcev na igrišču veliko mero osredotočenosti, hitre spremembe položajev telesa in telesnih segmentov ter smeri in hitrosti gibanja glede na položaj žoge, nasprotnika ter soigralcev. Namen dela je bilo opredeliti vzroke in pomembnost razvoja hitrosti odzivanja v košarki in sorodnih moštvenih igrah z žogo. Oblikovati je bilo potrebno osnovne smernice in nasvete, kdaj je smiselno razvijati hitrost odzivanja. Da bi bila diploma uporabna v praksi, je bil eden izmed glavnih ciljev predstaviti primere sredstev razvoja hitrosti odzivanja.

Hitrost odzivanja je sposobnost izvedbe gibalnega odgovora po nenadno nastalem dražljaju v najkrajšem možnem času. Merimo jo z odzivnim časom, kar je obdobje od nenadno nastalega dražljaja do gibalnega odziva nanj. Raziskave dokazujejo, da imajo športniki višjo hitrost odzivanja od ljudi, ki se s športom ne ukvarjajo. Športna vadba torej pozitivno vpliva na hitrost odzivanja. Ugotovljeno je bilo, da visoke obremenitve povečujejo hitrost odzivanja, vendar se s tem poveča tudi število napak pri odločitvah in zmanjša natančnost izvedbe gibalne naloge. Znano je, da med obremenitvijo in utrujenostjo mlajši igralci naredijo več napak od starejših, izkušenejših.

V košarki prevladuje hitrost odzivanja na vidni dražljaj, v določenih situacijah pa se odzivamo tudi na slušni in čutni dražljaj. Najpogostejša je hitrost sestavljenega odzivanja (npr. odzivanja na predmete v gibanju – soigralci, nasprotnikovi igralci, žoga), hitrost enostavnega odzivanja je redka. Preko poznavanja sestave košarkarske igre, raziskav in ostale literature so v nalogi določena osnovna načela in priporočila, s pomočjo katerih lahko hitrost odzivanja izboljšamo, prav tako pa so predstavljeni tudi testi za preverjanje hitrosti odziva.

Vadbo hitrosti odzivanja je potrebno izvajati v vseh obdobjih človekovega razvoja. Pri razvoju hitrosti odzivanja lahko vplivamo na predgibalni (tj. kognitivni – od dražljaja do prvih sprememb v mišici) in na gibalni del (od prvih sprememb v mišici do začetka krčenja mišice). Na slednjega lahko vpliva telesna vadba, medtem ko moramo za razvoj kognitivnega dela v vadbo vključiti še miselne naloge (naloge hitrih miselnih odločitev).

Keywords: response speed, response time, reaction speed, reaction time, physical conditioning, basketball

DEVELOPMENT OF RESPONSE SPEED IN BASKETBALL

Gregor Mišič

University of Ljubljana, Faculty of Sport, 2012

Kinesiology, Physical conditioning – Basketball

ABSTRACT

Basketball is a game which requires a great deal of focus from the players on the field. It calls for rapid changes in body position, its segments and for the changes in direction and speed of movement in relation to the position of the ball, opponents and teammates. The purpose of this work was to identify the causes and the importance of developing a response speed in basketball and related team sports with a ball. It was necessary to establish some basic guidelines and tips, when does it make sense to develop the response speed. In order to make this work useful in practice, the aim was to provide examples of how the response speed can be improved.

Response speed is the ability to implement the locomotor response after the sudden stimulus in the shortest time possible. It is measured by the response time, a time period between the sudden stimulus and its consequent motor response. Studies show, that the response speed is much faster in athletes than in non-trained individuals. Also, there are a lot of other factors affecting the response, such as high-load training and fatigue.

The essential response speed in basketball is one to visual stimuli, but it can also be a respond to auditory and sensory stimulation. The most common is a complex response speed (e.g. responding to objects in motion - teammates, opponents, or the ball); a simple response speed is rare. With regard to the composition of the basketball game, studies and other literature, the task was to set out main principles and recommendations, which can help to improve the response speed. As addition to this, tests for measuring the response speed are presented.

Training to improve the response speed must be performed at all stages of human development. While developing response speed, premotor part (i.e. cognitive - from the first stimulus to the change in the muscle) and the motor part (from the first change in a muscle to the beginning of muscle contraction) can be influenced. The latter can be affected by physical exercise, although for developing the cognitive part, there have to be some additional thinking exercises (fast decision-making exercises).

KAZALO

1	UVOD	8
1.1	Zakaj izbrana tema?	8
1.2	Košarka	8
1.2.1	Umestitev	8
1.2.2	Osnovna pravila	8
1.2.3	Struktura in analiza igre	9
1.3	Hitrost kot gibalna sposobnost.....	10
1.3.1	Tipi hitrosti	10
1.3.2	Hitrost ali agilnost v ekipnih športih?.....	11
1.3.3	Pomen hitrosti v košarki	12
1.4	Hitrost odzivanja (reagiranja).....	13
1.4.1	Izrazoslovje.....	13
1.4.2	Delitev hitrosti odzivanja	13
1.4.3	Teoretični vidiki hitrosti odzivanja	14
1.4.4	Vpliv prehrane, substanc in okolja	16
1.4.5	Vloga v košarki	18
1.5	Cilji in odprta vprašanja	20
2	JEDRO	21
2.1	Razvoj hitrosti odzivanja	21
2.1.1	Osnovna načela razvoja gibalnih sposobnosti	21
2.1.2	Raziskave.....	21
2.1.3	Hitrost odzivanja pri mladih športnikih.....	26
2.1.4	Metode razvoja hitrosti odzivanja	27
2.1.5	Obdobje razvoja specialne hitrosti.....	28
2.1.6	Primeri sredstev razvoja hitrosti odzivanja	29
2.1.7	Računalniške igre, naprave z zasloni na dotik	49
2.2	Diagnostika hitrosti odzivanja	50
2.2.1	Zakaj testirati?.....	50
2.2.2	Laboratorijski testi	51
2.2.3	Terenski testi.....	56
2.2.4	Preprosti računalniški testi.....	59
3	SKLEP	61
4	VIRI	63

1 Uvod

1.1 ZAKAJ IZBRANA TEMA?

Hitrost odzivanja je področje, kateremu se v moštvenih športih daje premalo poudarka, vendar je v večini moštvenih športov z žogo prisotna in še kako pomembna. V primerjavi z drugimi sposobnostmi je to področje relativno malo raziskano in obdelano. Temo bi želel osvetliti in podrobneje razjasniti predvsem samemu sebi, pa tudi drugim športnim strokovnjakom, navdušencem, ter predstaviti smiselnost in glavne smernice in načela razvoja in preverjanja hitrosti odzivanja.

Bil sem košarkar, osredotočil se bom predvsem na košarkarske vsebine in vidike, kar pa ne pomeni, da ugotovitve ne bodo uporabne v ostalih sorodnih športih, še posebej moštvenih.

1.2 KOŠARKA

1.2.1 Umestitev

Košarka, tako kot večina moštvenih športnih iger, spada v skupino večstrukturnih¹ sestavljenih športov. Glavna značilnost le-teh je prepletanje cikličnih² (npr. tek, prisunski koraki, hoja) in necikličnih³ (npr. skoki, spremembe smeri, zaustavljanja, meti) gibanj, ki so odvisna od pravil in akcij nasprotnika. Za uspešno igro oz. premagovanje nasprotne ekipe je potrebno sodelovanje med člani moštva. Rezultat igre predstavlja število zadetkov z določenim predmetom – žoga, plošček ipd. (Dežman, 2005).

1.2.2 Osnovna pravila

Košarka je športna igra, v kateri med seboj igrata dve moštvi s petimi igralci in sedmimi namestniki. »Cilj vsakega moštva je vreči žogo v nasprotnikov koš in preprečiti nasprotnemu moštvu, da bi doseglo koš« (Kolar, 2010). Ekipa, ki po končanem igralnem času doseže večje število točk (košev), zmaga. Izenačenega izida ni.

Košarkarsko igrišče je 28 m dolgo in 15 m široko⁴. Površina igrišča je 420 m², kar pomeni 42 m² na igralca. Ker ima igralec majhno igralno površino, to vsekakor vpliva na strukturo gibanja – kratka in hitra gibanja; pospeševanja, zaustavljanja, spremembe smeri, dotiki ipd. (Dežman in Erčulj, 2005).

Košarkarska tekma traja štiri časovne dobe (četrtnine) po 10 minut. Po prvih dveh četrtninah (polčas) imajo ekipe na voljo od 10 do 15 minut dolg odmor, med četrtninami je odmor 2 minuti. V primeru neodločenega rezultata se igrajo podaljški, dolgi 5 minut, toliko časa, dokler eno izmed

¹ Vsebujejo večje število tehničnih elementov z žogo in brez nje (Dežman in Erčulj, 2005).

² Omogočajo igralcu premikanje v dveh razsežnostih – dolžini in širini (igrišča); cikel prestopanja, skakanja z noge na nogo se nenehno ponavlja (Dežman in Erčulj, 2005).

³ Enkratna in kratkotrajna gibanja, ki imajo različno gibalno strukturo in se pojavljajo pred, med ter po cikličnem gibanju (Dežman in Erčulj, 2005).

⁴ Kjer veljajo košarkarska pravila mednarodnega košarkarskega združenja (FIBA).

moštev ne doseže večjega števila točk od nasprotnika. Tekma v povprečju traja od 80 do 90 min, brez podaljškov (Dežman in Erčulj, 2005).

Čas napada je omejen na 24 sekund, žoga se lahko na obrambni polovici igrišča ekipe zadržuje 8 sekund, izven igrišča (pred podajo) lahko igralec zadržuje žogo največ 5 sekund, v območju pravokotnika (rakete) pa 3 sekunde (Dežman in Erčulj, 2005).

1.2.3 Struktura in analiza igre

Vsaka košarkarska igra je sestavljena iz faz napada in faz obrambe, ki se skozi tekmo izmenjavata (Dežman in Erčulj, 2005). Skupno število faz je odvisno od dinamičnosti igre, pripravljenosti in uigranosti igralcev. Spodnja meja števila faz na tekmi je omejena na dolžino napada (24 sekund). Obe fazi (napad in obramba) sta sestavljenih iz treh podfaz (shema 1).

KOŠARKARSKA IGRA																				
Faza	Napad (N)								Obramba (O)											
	Z žogo				Brez žoge				Proti žogi ⁵				Brez žoge							
Podfaza	Prehod iz obrambe v napad								Prehod iz napada v obrambo											
	Priprava napada								Oviranje priprave											
	Zaključek napada								Oviranje zaključka											
Časovna doba	1. polčas								2. polčas								Podaljški			
	1. četrtna		2. četrtna		3. četrtna		4. četrtna													
Izmenjavanje	N	O	N	O	N	O	N	O	N	O	N	O	N	O	N	O	N	O	N	O

Shema 1: osnovna struktura košarkarske igre (povzeto po: Dežman, 2005; Dežman in Erčulj, 2005).

V košarki gibanja brez žoge predstavljajo temelj obremenitve igralca (Dežman in Erčulj, 2005), v kakovostni igri se povezujejo z gibanji z žogo (npr. met ali podaja iz skoka) in pripomorejo k večji učinkovitosti igralca in ekipe.

Kar nekaj avtorjev (Hagedorn idr., 1985; Korjagin, 1977, 1979; Volkov, 1977; Mahorič, 1994; Reilly idr., 1990; v Dežman in Erčulj, 2005) je skupaj zbralo podatke o obremenitvi igralca na tekmi. Povprečna dolžina gibanja igralca na tekmi je od 5 do 7 km. Število napadov v minuti se giblje od 2 do 2,5. Igralec opravi od 80 do 100 skokov, 120-krat ujame žogo, jo 80-krat poda ter 16-krat vrže na koš. Za mojo temo najpomembnejša podatka sta število sprememb ritma (360 na tekmo) ter število sprememb smeri (280 na tekmo), saj sta razmeroma dobro povezana s hitrostjo odzivanja.

⁵ Izbijanja, prestrezanja, blokiranja meta, skoki za žogo (Dežman, 2005).

McInnes in sodelavci (1995) so analizirali tekme avstralskega državnega tekmovanja (NBL) in ugotovili, da igralec na tekmi v povprečju skupno opravi okoli 1000 sprememb (997 ± 183) v gibanju. Predvidevam, da jih je večina posledica odzivanja na dražljaj⁶ (npr. sprememba smeri, hitrosti gibanja igralca nasprotne ekipe). V grobem to pomeni, da se nenadna sprememba gibanja zgodi vsaki dve sekundi igre.

V ženski košarki so številke nekoliko manjše, Matthew in Delextrat (2009) sta naredila video analizo ženskih košarkarskih tekem. V povprečju ženske košarkarice spremenijo gibanje 652-krat (± 128) na tekmo, kar pomeni, da se sprememba zgodi vsake 2,8 sekunde.

1.3 HITROST KOT GIBALNA SPOSOBNOST

1.3.1 Tipi hitrosti

»Hitrost je sposobnost izvesti gibanje z največjo frekvenco (hitro ponavljanje gibov) ali v najkrajšem možnem času« (Pistotnik, 2011). Fizikalna opredelitev hitrosti je pot, ki je opravljena v določenem času.

V večini športov je hitrost premočrtnega teka (tj. sprinterska hitrost oz. sprint) pomemben gibalni element. Več avtorjev (Delecluse idr., 1995; Moir idr., 2007; v Bompaa in Haff, 2009) jo deli na tri glavne faze: **pospeševanje, doseganje največje hitrosti ter vzdrževanje največje hitrosti (hitrostna vzdržljivost)**. Največje hitrosti košarkar na tekmi ne doseže, zato je razvoj hitrosti potrebno kombinirati z razvojem agilnosti.

V večini športnih panog, predvsem v moštvenih športih, se hitrost pojavlja kot kompleksna sposobnost, sestavljena iz več elementov, ki so medsebojno povezani (Čoh in Bračič, 2010).

Več avtorjev (Mero, Komi in Gregor, 1992; Dintiman, Ward in Tellez, 1997; Brown, Ferrigno in Santana, 2000; Bompaa, 2000; Milanović, 2009; v Čoh in Bračič, 2010) deli hitrost na 6 tipov:

1. hitrost reakcije (oz. odzivanja);
2. štartna hitrost (pospeševanje);
3. hitrost zaustavljanja (pojemanje);
4. maksimalna (največja) hitrost;
5. vzdržljivostna hitrost (oz. hitrostna vzdržljivost);
6. agilnost.

Po Pistotniku (2011) med osnovne pojavne oblike hitrosti prištevamo:

- a) hitrost reakcije (npr. premik telesnega segmenta po pisku, premiku nasprotnika);
- b) hitrost enostavnega giba (npr. zamah, udarec, odziv ipd.);
- c) hitrost izmeničnih gibov (npr. sprint).

Podobno Pistotnikovim pojavnim oblikam Dežman in Erčulj (2005) razdelita hitrost na:

- a) hitrost odzivanja (oz. reagiranja – npr. skok za žogo na začetku tekme);
- b) neciklično hitrost (npr. hitri gibi z roko – izbijanje žoge);

⁶ Vpliv, spodbuda, ki povzroči odziv organizma (Ahlin in drugi, 2005).

- c) ciklično hitrost (npr. premikanje v preži in zamahovanje z rokami).

Ozolin (1971, v Bompa, 1990) je poskušal razdeliti hitrost na **splošno**, kamor šteje sposobnost hitre izvedbe kakršnegakoli gibanja, ter **specialno**, ki pomeni izvedbo naloge/veščine v določeni hitrosti (največkrat zelo visoki). Slednja se razlikuje med športi in je specifična vsakemu športu posebej (Brouha, 1945, v Bompa, 1990).

Poznavanje delitve hitrosti je izredno pomembno za določitev sredstev ohranjanja in razvoja gibalne sposobnosti ter umestitve le-te v izbrano časovno obdobje vadbenega procesa. Gibalno sposobnost lažje nadziramo, odpravljamo napake in nadgrajujemo.

1.3.2 Hitrost ali agilnost v ekipnih športih?

Sestava igre v moštvenih športih zahteva hitrost premočrnega teka (sprint), a vendar ima večji pomen hitrost spremembe smeri po določenem dražljaju (npr. gibanje nasprotnega igralca) s kratkimi sprinti (Sheppard in Young, 2006).

Agilnost je bila največkrat poimenovana kot hitrost spremembe smeri (Bloomfield, Ackland in Elliot, 1994; Clarke, 1959; Mathews, 1973; v Sheppard in Young, 2006), nekateri avtorji so dodali natančnost gibanja (Barrow in McGee, 1971; Johnson in Nelson, 1969; v Sheppard in Young, 2006), drugi hitrost spremembe smeri celega telesa (Baechle, 1994; Draper in Lancaster, 1985; v Sheppard in Young, 2006).

Kakovostna in obširna definicija agilnosti obsega telesne sposobnosti, kognitivne⁷ procese in tehnične sposobnosti, znanja (Sheppard in Young, 2006).

Glede na spremenljivost okolja in predhodnega védenja o sestavi gibanja (kognitivni vidik) obstajata dve vrsti gibalnih sposobnosti (Sheppard in Young, 2006):

1. sposobnosti odprtega tipa – gibanja, pri katerih se okolje nenehno spreminja in vadeči vnaprej ne pozna njihove sestave (potek gibanja); gibanja se zgodijo po dražljaju, ki ni vnaprej določen (več različnih dražljajev) – npr. v košarki, nogometu, tenisu, badmintonu, borilnih športih ipd.;
2. sposobnosti zaprtega tipa – gibanja, za katera vadeči vnaprej ve njihovo sestavo, okolje je nespremenljivo; gibanja se lahko zgodijo po dražljaju, ki je vnaprej določen (en dražljaj) – npr. v atletiki, plavanju, gimnastiki ipd.

Sheppard in Young trdita, da med agilnost spadajo le sposobnosti odprtega tipa. V moštvenih športih je to največkrat gibanje, ko se igralec odzove glede na gibanje nasprotnika. **Agilnost je torej hitro premikanje celega telesa s spremembo hitrosti ali smeri gibanja kot odgovor na dražljaj iz okolja** (Sheppard in Young, 2006).

Kognitivni dejavniki so tisti, ki me v nalogi najbolj zanimajo, saj neposredno vplivajo na hitrost odzivanja. Moštveni športi so lep primer, kjer je pomembnost kognitivnih dejavnikov visoka. Prirejeno po Bomp in Haffu (2009) ter Sheppardu in Youngu (2006) med kognitivne dejavnike agilnosti spadajo štirje glavni (shema 2).

⁷ (intelektualni proces), ki vsebuje zaznavanje, prepoznavanje, mišljenje, predstavljanje, spominjanje in presojanje (Kališnik M., 2004).

AGILNOST			
Kognitivni dejavniki		Hitrost spremembe smeri	
Vidno (in slušno) zaznavanje	Izkušnje (taktično znanje)	Tehnika	Hitrost sprinta
Anticipacija ⁸	Prepoznavanje vzorca gibanja ⁹	Značilnosti mišic	Antropometrija ¹⁰

Shema 2: sestavni deli (dejavniki) agilnosti (prirejeno po: Bompa in Haff, 2009; Sheppard in Young, 2006).

Izraz agilnost dobro zajame del gibalnih sposobnosti, predvsem v ekipnih športih, vendar se mu bom v nalogi, delno tudi zaradi meni nesprejemljive opredelitve¹¹ v Slovarju slovenskega knjižnega jezika, izognil. Je tujka, udomačena v slovenskem jeziku, ki pa jo različni avtorji drugače opredelijo, poimenujejo. Jakše in Pinter (2006) ugotavljata, da je izraz v praksi uporabljen z namenom, da bi vadeči prejel in razumel čim natančnejša navodila o načinu izvedbe gibalne naloge (npr. »izvedba mora biti agilna«).

Držal se bom delitve osnovnih gibalnih sposobnosti po Bompi (1990, 1999, 2009), to so: **moč, vzdržljivost, hitrost, koordinacija in gibljivost.**

1.3.3 Pomen hitrosti v košarki

S spremembami košarkarskih pravil skozi čas se je dinamičnost košarkarske igre krepko spremenila. Igra poteka hitreje, za gledalce je atraktivnejša. Posledično pa ima vse večji pomen v košarki telesna (psihofizična) priprava¹².

Spremembe pravil igre, ki smo jim bili priča v zadnjem času, so med pomembnejše gibalne sposobnosti postavile tudi hitrost in znotraj nje – hitrost odzivanja (Erčulj in Dežman, 2004). Košarka ima podobna izhodišča oz. zahteve po razvoju hitrosti kot večina iger z loparji, največja hitrost nikoli ni dosežena (Dintiman, Ward in Tellez, 1997). Zato sta hitrost pospeševanja (in zaustavljanja oz. zaviranja) ter hitrost odzivanja toliko pomembnejši področji razvoja, poleg tega pa še hitrost v povezavi z vzdržljivostjo, t. i. hitrostna vzdržljivost (v moštvenih športih ima zaradi kratkih odmorov med visoko intenzivnimi gibanji precejšen vpliv na hitrost gibanja, še posebej proti koncu tekme, ko utrujenost vpliva na učinkovitost igralcev).

Hoffman in Maresch (2000, v McKeag, 2003) potrjujeta, da je hitrost ena izmed pomembnih komponent košarkarske igre, kar dokazuje njuna raziskava. Kot rezultat košarkarske vadbe je bil opazen velik napredek v hitrosti, kar so pokazala testiranja sredi igralne sezone.

⁸ Domnevanje vnaprej, predvidevanje (Ahlin in drugi, 2005) kot posledica izkušenj.

⁹ Izbira gibanja kot odziv na dražljaj iz okolja; po avtorjih Ghuntla, Mehta, Gokhale in Shah (2012) pomeni identificiranje in analiza dražljaja in izbira primerne gibalnega (motoričnega) odziva.

¹⁰ Metoda dela, ki kvantitativno izraža razsežnosti telesa človeka. Sem spada merjenje dolžin, širin, obsegov telesnih delov ter merjenje debelin kožnih gub (Heyward in Stolarczyk, 1996, v Jezernik, 2007).

¹¹ Agilnost – lastnost agilnega človeka; agilen – delaven, prizadeven (Ahlin in drugi, 2005).

¹² Izraz telesna priprava zajema poleg fizične komponente tudi psihološko komponento priprave.

1.4 HITROST ODZIVANJA (REAGIRANJA)

1.4.1 Izrazoslovje

Izraz reakcija izvira iz latinskega jezika in v splošnem pomeni povratno učinkovanje. S stališča fiziologije je reakcija prepoznaven odgovor na dražljaj (Pogačnik, 2005). Ghuntla, Mehta, Gokhale in Shah (2012) dodatno opredelijo reakcijo kot nameren in hoten odgovor na dražljaj. Beseda reakcija je sopomenka besedi odziv (Ahlin in drugi, 2005). Ker se v športu odzivi pojavijo večkrat, bom uporabljal izraz »**odzivanje**«.

Osnovna enota za merjenje hitrosti odzivanja (HO) je odzivni (reakcijski) čas (OČ), tj. po Velikem splošnem leksikonu (Pogačnik, 2005) časovni razmik med nenadno nastalim dražljajem in smiselnim odzivom (reakcijo) nanj. Po Štrulcu (1989, v Meško, Strojnik, Karpljuk in Videmšek, 2009) je to čas, ki preteče od vznurjenja čutnega organa do gibalne (motorične) reakcije. Bomp (1990) piše, da odzivni čas predstavlja časovno obdobje od faze, ko je vadeči izpostavljen dražljaju, do faze prvega mišičnega odziva oz. gibanja, ki ga vadeči izvede.

Najbolj primerna opredelitev odzivnega časa je smiselna povezava vseh avtorjev. **Odzivni čas je obdobje od nenadno nastalega dražljaja do mišičnega oz. gibalnega odziva nanj.**

Hitrost odzivanja je sposobnost izvedbe gibalnega odgovora po nenadno nastalem dražljaju v najkrajšem možnem času.

1.4.2 Delitev hitrosti odzivanja

Hitrost odzivanja prvotno delimo glede na vrsto odzivnega časa. Odzivni čas delimo glede na dražljaje (Meško, Strojnik, Karpljuk in Videmšek, 2009), ki so lahko **nepričakovani**¹³ ali **pričakovani**¹⁴. Glede na število različnih dražljajev in njihovih gibalnih odgovorov (Meško, Strojnik, Karpljuk in Videmšek, 2009) delimo odzivni čas (na pričakovan dražljaj) na **enostavnega**¹⁵ in **sestavljeneega**¹⁶ (kompleksnega). Sestavljen odzivni čas je glede na to, ali je za vsak dražljaj določen gibalni odgovor ali ne, **izbirni**¹⁷ ali **izločevalni**¹⁸ (prirejeno po: Oxendine, 1984; Magill, 1993; Čoh in Bračič, 2010; predavanja prof. Katje Tomažin, 2011).

Odzivni čas lahko delimo tudi glede na čutilo (receptor), ki zazna dražljaj iz okolja. Tako obstajajo odzivni časi na: vidni, slušni, čutni, (vonjalni, okusni)¹⁹ dražljaj.

Enako kot odzivni čas sem razdelil hitrost odzivanja (shema 3).

¹³ Dražljaji, ki jih človek ne pričakuje in nanje ni pripravljen – športi z nepredvidljivimi okoliščinami.

¹⁴ Dražljaji, ki jih človek pričakuje in je nanje pripravljen, vendar ne ve, kdaj se bo dražljaj pojavil (Meško, Strojnik, Karpljuk in Videmšek, 2009).

¹⁵ Odzivni čas gibalnega odgovora na en pričakovan dražljaj (sposobnosti zaprtega tipa, str. 11).

¹⁶ Odzivni čas gibalnega odgovora na dva ali več pričakovanih dražljajev (sposobnosti odprtega tipa, str. 11).

¹⁷ Odzivni čas gibalnega odgovora, kjer je za vsak dražljaj določen gibalni odgovor – npr. trije različni dražljaji, trije različni gibalni odgovori (Ghuntla, Mehta, Gokhale in Shah, 2012).

¹⁸ Odzivni čas gibalnega odgovora, kjer so prisotni dražljaji, na katere je določen gibalni odgovor, ter dražljaji, na katerega ni gibalnega odgovora – npr. trije različni dražljaji: na dva dražljaja gibalni odgovor je, na enega gibalnega odgovora ni (Ghuntla, Mehta, Gokhale in Shah, 2012).

¹⁹ V športu manj pogosta oz. nista prisotna.

Vidni dražljaj	Slušni dražljaj	Čutni dražljaj	Vonjalni dražljaj	Okusni dražljaj
	SPLOŠNA	HITROST (odzivanja)		SPECIALNA
Pričakovana			Nepričakovana	
Enostavnega odzivanja	Sestavljenega odzivanja		<u>V športu nezaželena</u>	
	Izbirnega odzivanja	Izločevalnega odzivanja		

Shema 3: delitev hitrosti odzivanja (sivo obarvane besede so v košarki manj prisotne).

Hitrost odzivanja bi v ekipnih športih razdelil na splošno in specialno. Vsaka izmed njiju pa se deli enako, na hitrost enostavnega in sestavljenega odzivanja. Hitrost sestavljenega odzivanja je sestavljena iz dveh vrst, izbirne in izločevalne. Izraze sestavljam med sabo, tako da že ime pove, za kakšno vrsto hitrosti gre in v katero obdobje vadbe spada. Poimenovanje je preprosto, dodaja se besede glavni sposobnosti (hitrosti odzivanja), na začetku **splošna (ali specialna) hitrost odzivanja**, če delim podrobneje, **splošna (ali specialna) hitrost enostavnega odzivanja**; pri sestavljeni hitrosti odzivanja besedo »sestavljena« pri poimenovanju izpustim – **splošna (ali specialna) hitrost izbirnega (ali izločevalnega) odzivanja**. Opisano poimenovanje je preprosto, sam izraz grobo opisuje vrsto hitrosti odzivanja.

Ne smemo pozabiti na čutilo, ki zazna dražljaj. Tako bi opisanemu poimenovanju v prejšnjem odstavku dodal na koncu izraza (npr. hitrost izločevalnega odzivanja) vrsto hitrosti odzivanja glede na čutilo (npr. hitrost izločevalnega odzivanja **na vidni, slušni, čutni, vonjalni ali okusni dražljaj**).

1.4.3 Teoretični vidiki hitrosti odzivanja

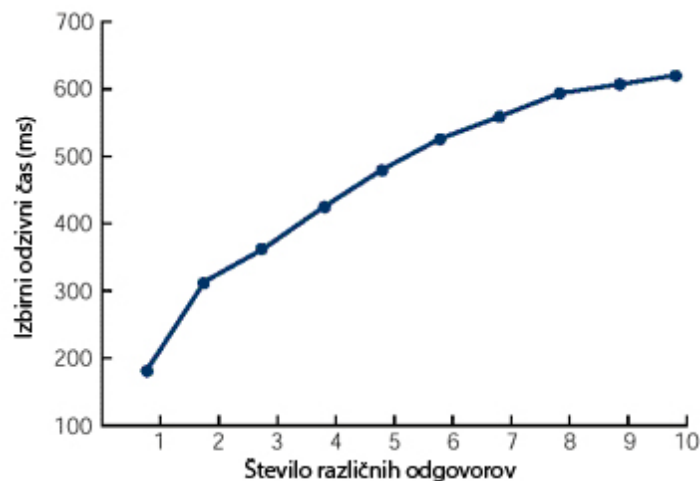
Sestavljen odzivni čas je največkrat daljši od enostavnega (Rosenbaum, 2010). Efektorji²⁰, ki imajo veliko maso (npr. cela roka), imajo navadno enostavni odzivni čas daljši od efektorjev z majhno maso (npr. prst) (Anson, 1982, v Rosenbaum, 2010). Woodworth (1938, v Rosenbaum, 2010) je opazil, da razlike v odzivnem času med levo in desno roko praktično ni ali pa je le-ta zanemarljiva; prav tako je ugotovil pri prstih na roki.

Kandel, Schwartz in Jessell (2000) so zapisali, da se odzivni čas spreminja v odvisnosti od različnih dejavnikov, trije najpomembnejši so: dolžina živčne poti od čutila do možganov, vrsta dražljaja ter število sinaps²¹ od čutila do možganov. Tako je najkrajši odzivni čas po čutnem dražljaju, sledi mu odzivni čas po slušnem dražljaju, najdaljši pa je odzivni čas na vidni dražljaj (Woodworth, 1963, v Vidmar, 1999).

Odzivni čas se povečuje s povečevanjem števila različnih odgovorov, vendar to povečevanje ni premo sorazmerno (grafikon 1).

²⁰ Organ, ki sprejme živčne impulze in se odzove s krčenjem (mišica) ali izločanjem (žleza) (Kališnik M., 2004).

²¹ Sinapsa – stik med sosednjima živčnima celicama (Kališnik M., 2004).

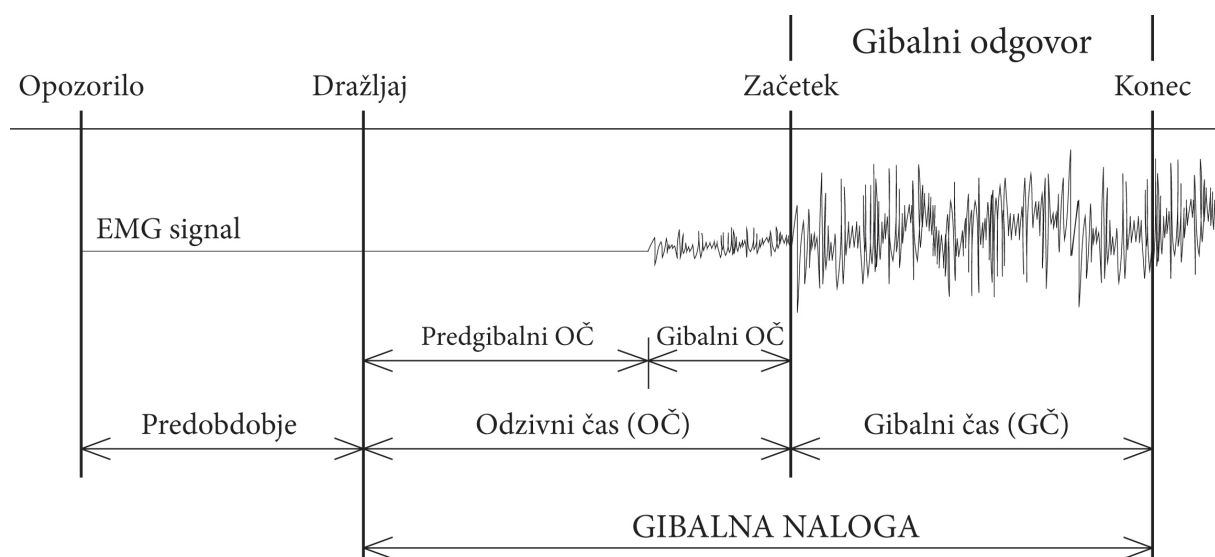


Grafikon 1: odzivni čas se nelinearno povečuje s številom različnih odgovorov (Kandel, Schwartz in Jessell, 2000).

Odzivni čas se podaljša, ko vadeči nima nobene predhodne informacije o nenadno nastalem dražljaju. Več informacij (izkušenj) ima, krajši bo odzivni čas. To dokazuje, da lahko možgani programirajo gibalni odgovor pred začetkom izvedbe gibanja (Kandel, Schwartz in Jessell, 2000).

Schmidt in Wrisberg (2004, v Jui-hung, Yaw-feng in Shu-chen, 2010) navajata 3 stopnje obdelave informacij, začne se s prepoznavanjem dražljaja, prejetega preko čutil. Sledi ji izbira odgovora, zadnja stopnja pa je programiranje odgovora, ki traja do začetka gibanja.

Z analizo elektromiograma²² (EMG) lahko odzivni čas razdelimo na 2 komponenti (shema 4). Obdobje od pojava dražljaja do prvih sprememb EMG-ja imenujemo **predgibalni odzivni čas**, od začetka EMG signala do začetka izvedbe gibanja pa imenujemo **gibalni odzivni čas** (Magill, 2007; Sheridan, 1981; v Jui-hung, Yaw-feng in Shu-chen, 2010). Obdobje, ki sledi obdobju gibalnega odzivnega časa, imenujemo **gibalni čas** in zajema gibanje od začetka krčenja mišice do konca izvedbe gibanja oz. gibalne naloge.



Shema 4: glavni dogodki pri odzivnem času in hipotetični EMG (prirejeno po: Schmidt in Lee, 1999).

²² Posnetek širjenja električnih signalov (imenovani akcijski potenciali – AP), ki jih pošiljajo motorične živčne celice v mišična vlakna (Enoka, 2002, v Štirn, 2006).

Davranche, Burle, Audiffren in Hasbroucq (2006, v Akarsu, Çalişkan in Dane, 2009; Davranche, Burle, Audiffren in Hasbroucq, 2005) so dokazali, da vadba gibalnih sposobnosti skrajša gibalni odzivni čas in gibalni čas (vpliva na periferni živčni sistem), na predgibalnega (kognitivnega) pa nima vpliva.

Odzivni čas več avtorjev (Tripo, 1965; Teichner, 1954; v Šenel in Eroğlu, 2006) razdeli na tri dele: **čas percepcije** (čas zaznavanja dražljaja), **čas odločanja** (izbira primernega odziva na dražljaj) in **gibalni čas** (izvršitev gibalnega odgovora). Singer in drugi (1993, v Šenel in Eroğlu, 2006) so odzivni čas (na vidni dražljaj) delili na štiri faze: začetek gibanja oči, čas gibanja oči, čas odločanja, čas mišičnega krčenja.

Enostavni odzivni časi na čutni dražljaj znašajo od 130 do 180 ms, na slušni dražljaj od 140 do 210 ms, na vidni dražljaj pa od 160-230 ms (Vidmar, 1999). Delignières, Brisswalter in Legros (1994) so v raziskavi za mejno vrednost odzivnega časa na vidni dražljaj postavili 160 ms; vse vrednosti, ki so bile pod tem časom, so bile mišljene kot vpliv anticipacije. Akarsu, Çalişkan in Dane (2009) so v svoji raziskavi za mejno vrednost uporabili 150 ms, prav tako so postavili zgornjo mejo 500 ms (večje vrednosti so bile označene kot napake v pozornosti). Vrednosti odzivnih časov so približne in veljajo že nekaj let, zato so lahko dejansko tudi odstopanja (nenatančne meritve) oz. izboljšanje le-teh.

V moštvenih in borilnih športih je anticipacija bistvenega pomena (Borysiuk in Sadowski, 2007) in poveča hitrost odzivanja, še posebej vpliva na predgibalno (kognitivno) komponento hitrosti odzivanja. Anticipacija pomeni, da se lahko športnik preko predhodnih izkušenj o dražljaju odloči za gibalni odgovor. Tu faze izbiranja primernega odgovora v možganih ni, saj je le-ta izbran že pred dražljajem (Borysiuk in Sadowski, 2007).

Eysenck (1986, v Akarsu, Çalişkan in Dane, 2009) poudarja pomembnost hitrosti odzivanja kot osnovno meritev inteligence – hitrost procesiranja informacij je temeljno področje biološke inteligence. Ugotovljeno je bilo (Tan, 1989; Tan, 1990; v Akarsu, Çalişkan in Dane, 2009), da je neverbalni inteligenčni kvocient (IQ)²³ neposredno povezan s hitrostjo rok, pri levičarjih in desničarjih.

1.4.4 Vpliv prehrane, substanc in okolja

Collardeau je s sodelavci (2001, v Ozyemisci-Taskiran, Gunendi, Bolukbasi in Beyazova, 2008) ugotovil, da zaužitje **ogljikovih hidratov** med dolgotrajno vadbo vpliva na izboljšanje odzivnega časa takoj po vadbi, vendar je opazno zmanjšanje le izbirnega odzivnega časa, enostavni odzivni čas je ostal nespremenjen. Clarke, Maclaren, Reilly in Drust (2011) menijo, da vnos ogljikovih hidratov poveča pretok krvi po možganih in pospeši presnovo glukoze.

Guzmán in sodelavci (2011) so ugotovili izboljšanje hitrosti sestavljenega odzivanja na vidni in slušni dražljaj po štiri tedne dolgem uživanju **omega-3 nenasičene maščobne kisline DHA**²⁴.

²³ Količnik med miselno (M) in kronološko (K) starostjo, pomnoženo s konstanto 100 ($IQ = M/K \times 100$) (Carter, 2005).

²⁴ Dokozaheksaenojska kislina; najdena je v ribjem in morskih oljih, pa tudi v jajcu (Welch idr., 2010, v Bradbury, 2011); ima najvišjo stopnjo nenasičenosti (Bradbury, 2011); je gradnik možganov, živčevja in očesne mrežnice (Katan in sod., 1995, v Kure, 2006).

Vrhunske nogometašice so na dan prejele 3,5 g prehranskega dopolnila, ki vsebuje omenjeno maščobno kislino. Poleg skrajšanja odzivnega časa je bila izboljšana tudi preciznost gibalnega odzivanja. Z uživanjem DHA se je v raziskavi zmanjšalo število napak v odločanju pri hitrosti sestavljenega odzivanja. Avtorji omenjajo pomanjkljivost raziskave, testiranje športnic je potekalo v laboratoriju v spočitem stanju.

Avtorja dveh različnih študij (Smith, 1999; Herz, 1999; v Stimulant Drinks Committee, 2002) poročata o izboljšanju hitrosti enostavnega odzivanja po zaužitju **kofeina**, zmanjšala naj bi se zaradi povečanja hitrosti gibanja, miselna aktivnost naj se ne bi povečala. Jacobson in Thurman-Lacey (1992, v Stimulant Drinks Committee, 2002) omenjata, da imajo ljudje, ki redno pijejo kavo²⁵, kognitivne sposobnosti na višjem nivoju od tistih, ki kave ne zauživajo. Haskell idr. (2005) ter Smith (2009, v Benefer, Corfe, Russell, Short in Barker, 2012) trdijo, da kofein zvišuje pozornost oz. osredotočenost. Vendar imajo prevelike količine kofeina negativen učinek na kognitivne sposobnosti (Glade, 2010; Smith, 2002; v Benefer, Corfe, Russell, Short in Barker, 2012). Za povečanje sposobnosti je svetovan odmerek do 6 mg kofeina na 1 kg telesne teže (TT), taka količina ima enak učinek kot višji odmerki (9-13 mg/kgTT) (Bruce idr., 2000; Graham in Spriet, 1991; Pasma, van Baak, Jeukendrup in de Haan, 1995; v Duvnjak-Zaknich, Dawson, Wallman in Henry, 2011). Nawrot in sodelavci (2003) svetujejo zgornjo mejo dnevnega odmerka kofeina pri otrocih 2,5 mg na kilogram telesne teže, pri odraslih do 6 mg/kgTT (približno 3-4 skodelice kave).

Kvålseth (1977) je ugotavljal učinke **marihuane** na odzivni čas. Substanca na odzivni čas (preprost in sestavljen) kratkoročno ni imela posebnega negativnega vpliva. Slabost raziskave je ta, da je primerjal vpliv marihuane le pred in po enkratnem doziranju. Odzivni čas je preverjal le med izkušenimi uporabniki omenjene substance. Hunault in drugi (2009) so naredili raziskavo o vplivu marihuane in tobaka in ugotovili nasprotno: velikost odmerka marihuane je linearno povezana s poslabšanjem enostavnega odzivnega časa in kognitivnih sposobnosti. Poleg tega je prišlo do zmanjšane pozornosti. Preverjali so neredne uživalce marihuane. Dolgotrajni učinek marihuane na hitrost odzivanja je malo raziskan, a kljub temu obstajajo raziskave (Solowij, 1998; Fletcher idr., 1996; Pope in Yurgelun-Todd, 1996; v Hall in Solowij, 1998), ki potrjujejo negativen dolgoročni učinek marihuane na kognitivne sposobnosti in obdelavo zapletenih informacij v možganih. Ebadi (2007) pravi, da manjši odmerki marihuane (manj kot 1 cigareta) nimajo vpliva na hitrost odzivanja. Poleg marihuane ne smemo pozabiti še **alkohola**, katerega znaki so sicer pri človeku lažje opazni. Odzivni čas se začne povečevati pri 80 mg alkohola v 1 dl krvi oz. pri 0,08 % alkohola v krvi, prav tako se poslabšajo ostale gibalne sposobnosti (Korsmeyer in Kranzler, 2009).

V študiji, ki sta jo opravila avtorja Carvajal-Sancho in Moncada-Jiménez (2006) in sta preverjala vpliv **energijskih napitkov** (npr. Red Bull®, Shark® ipd.), je bilo ugotovljeno, da energijski napitek takoj po zaužitju ne vpliva na izboljšanje odzivnega časa in kognitivnih sposobnosti treniranih športnikov. Vpliv energijskih napitkov je še dokaj neraziskan. Na Irskem je med tekmo umrl študent, košarkar. Vzrok smrti naj bi bil povezan s prekomernim uživanjem energijskih napitkov, pred tekmovanjem naj bi zaužil 3 pločevinke (Stimulant Drinks Committee, 2002).

²⁵ Velja za zaužitje manjših količin kave, od 20 do 200 mg na dan (Scientific Committee for Food, 1984, v Stimulant Drinks Committee, 2002).

Hoffman in drugi (2012) so naredili poskus med žensko košarkarsko tekmo. Raziskovali so, kako vnos dveh **aminokislin – alanin in glutamin** (v prehranskem dopolnilu Sustamine™, Kyowa Hakko USA, New York) – v kombinaciji, vpliva na učinkovitost. Ugotovili so, da že hidracija²⁶ z vodo preprečuje upadanje učinkovitosti med tekmo, med drugim tudi zvišuje hitrost odzivanja. Benefer in sodelavci (2012) poudarjajo, da ustrezna hidracija med obremenitvijo ne zvišuje hitrosti enostavnega odzivanja. Hoffman in drugi (2012) so prišli do zaključka, da sta aminokislini, zaužiti v nižjih količinah (1 g na 500 ml tekočine), izboljšali natančnost meta na koš in prav tako povišali hitrost odzivanja na vidni dražljaj. Pozitivna sprememba je bila višja od tiste, ki se je zgodila po zaužitju vode. Montaine in Tharion (2010, v Hoffman in drugi, 2012) sta ugotovila, da že zmerna dehidracija²⁷ (izguba 4 % telesne mase) izredno negativno vpliva na kakovost prehoda in obdelave informacij v aferentnem²⁸ delu. V fazi dehidriranosti možgani potrebujejo višji nivo živčne aktivnosti, da dosežejo enako učinkovitost kot v fazi hidriranosti (Kempton idr., 2009; Kempton idr., 2011; v Hoffman in drugi, 2012). To naj bi bil razlog za poslabšanje hitrosti odzivanja med dehidriranostjo (Hoffman in drugi, 2012).

McKeag (2003) piše, da **potovanja** negativno vplivajo na športno učinkovitost. Glavni dejavniki (kot posledica telesne in miselne oz. mentalne utrujenosti), na katere ima potovanje vpliv, so: hitrost odzivanja, imunski sistem, energijski sistemi, utrujenost, koordinacija, strah ter motivacija.

Meško, Strojnik, Karpljuk in Videmšek (2009) so ugotovili, da tehno glasba skrajša odzivni čas na pričakovan vidni dražljaj, vendar se to zgodi le takoj po (30-minutnem) poslušanju glasbe; med poslušanjem ne pride do sprememb.

Mindell in Hopkins (2009) trdita, da lahko nekatera **zdravila na recept** poslabšajo hitrost odzivanja, zmanjšajo vzdržljivost ali povzročijo mišične krče. Med ta zdravila spadajo: antibiotiki, antidepresivi, pomirjevala, beta-blokatorji²⁹, zdravila za sladkorno bolezen in diuretiki³⁰.

Tudi starost vpliva na hitrost odzivanja. Cuccurullo (2004) med posledicami **staranja** omenja tudi zmanjšano hitrost izbirnega odzivanja. Zapletenejše, kot je opravilo, večji je vpliv starosti na poslabšan odzivni čas.

1.4.5 Vloga v košarki

Košarka je igra, ki zahteva visoke hitrosti sprememb položaja igralcev na igrišču, osredotočenost in hitre spremembe gibanja glede na položaj žoge, nasprotnika in soigralcev. Pomembna je anticipacija leta žoge, gibanj soigralcev ter nasprotnikov (Huciński, Łapszo, Tymański in Zienkiewicz, 2007). Huciński in sodelavci (2007) so ugotovili visoko povezanost sposobnosti anticipacije z igro v fazi obrambe. V fazi napada ima pomembno vlogo hitrost teka na kratki razdalji (sprint na 10 in 30 m).

Anticipacija predstavlja del kognitivnih procesov, ki so ključni pri hitrosti odzivanja. Na njih lahko tudi največ vplivamo in na ta način hitrost odzivanja izboljšamo.

²⁶ Dovajanje, nadomeščanje tekočine (Kališnik M., 2004).

²⁷ Primanjkljaj vode v telesu (Kališnik M., 2004).

²⁸ Aferentna vlakna – živčna vlakna, ki posredujejo informacije iz čutnic ali čutil v osrednje živčevje (Pogačnik, 2005).

²⁹ Zdravila, ki zmanjšujejo povišan krvni tlak (Gorre in Vandekerckhove, 2010).

³⁰ Zdravilo, ki poveča izločanje urina z izločanjem natrijevih ionov in vode iz organizma (Kališnik M., 2004).

Vsak košarkar, ki želi biti kakovosten, mora biti zelo pozoren na dražljaje, ki prihajajo iz okolice, sposoben mora biti oblikovati primerne gibalne odgovore (Ghuntla, Mehta, Gokhale in Shah, 2012).

V košarki prevladuje hitrost odzivanja na vidni dražljaj (spremljanje položajev in gibanj soigralcev ter nasprotnih igralcev, spremljanje položaja in gibanja žoge in ustrezen taktično-gibalni odziv), v določenih situacijah pa se odzivamo tudi na slušni dražljaj (besedno sporazumevanje med igralci – opozorilo pri blokadi, prevzemanju, skoku za žogo, odkrivanju, podajah ipd.; poleg besednega sporazumevanja tudi ostali dražljaji, npr. udarec po žogi, sodniški pisk ipd.) (Erčulj in Dežman, 2004). Pojavlja se še hitrost odzivanja na čutni dražljaj (npr. dotik ali potisk soigralca pri zamenjavi vlog v fazi obrambe, dotik ali potisk soigralca pri odkrivanju v napadu).

V košarki je najpogostejša hitrost sestavljenega odzivanja (odzivanja na predmete v gibanju – soigralci, nasprotnikovi igralci, žoga) (Erčulj in Dežman, 2004), v večini se pojavlja več dražljajev, nanje pa se lahko igralec odzove na več različnih načinov (več odgovorov). Če je obrambni igralec preblizu napadalca, se poveča možnost zaključka po prodoru, če pa je predaleč oddaljen, se poveča možnost zaključka z metom. Dve različni oddaljenosti od igralca predstavljata za napadalca dva različna dražljaja, na katera se odzove z dvema različnima odgovoroma. Seveda napadalec lahko žogo tudi poda, vendar s tem ni pridobil nikakršne prednosti pred svojim obrambnim igralcem.

Posebnost pri hitrosti sestavljenega odzivanja v vseh ekipnih športih, še posebej pa v košarki, je hitrost izločevalnega odzivanja. Igralec se na met nasprotnika odzove s poskusom blokade (iztegovanje nog in rok, skok – dvig težišča), pri varanju pa ni dobro, da se tak odziv pojavi, saj to poveča možnost doseganja zadetka. Zato je pomembno, da se igralec na varanja čim manjkrat odzove oz. čim prej prepozna gibanje kot varanje. V košarki pa se sicer v manjši meri pojavlja tudi hitrost enostavnega odzivanja, s katero se tekma začne (skok za žogo).

1.5 CILJI IN ODPRTA VPRAŠANJA

V zvezi z omenjeno problematiko se pojavlja kar nekaj vprašanj, ki me zanimajo in jih želim pojasniti:

- a) vzroki in pomembnost razvoja hitrosti odzivanja v košarki in sorodnih moštvenih igrah z žogo;
- b) osnovni mehanizmi, ki so potrebni za razumevanje pomena in načinov vadbe hitrosti odzivanja;
- c) deli (faze) košarkarske igre, kjer ima hitrost odzivanja velik pomen, vpliv;
- d) osnovne smernice, nasveti, kdaj je smiselno razvijati hitrost odzivanja (glede na starost, telesno pripravljenost, obdobje vadbe ekipe);
- e) smiselnost razvoja hitrosti odzivanja med obremenitvami, ki so manjše, enake (ali večje) tekmovalnim okoliščinam;
- f) smiselnost razvoja hitrosti odzivanja po visokih obremenitvah (vpliv utrujenosti);
- g) določitev okvira oz. metod razvoja za splošno in specialno hitrost odzivanja;
- h) predstavitev primerov sredstev za razvoj hitrosti odzivanja;
- i) kakovostna diagnostika hitrosti odzivanja;
- j) test, s katerim lahko preverjamo hitrost odzivanja v športni praksi (vadba)

2 Jedro

2.1 RAZVOJ HITROSTI ODZIVANJA

Cilj vadbe hitrosti odzivanja je zmanjšati nepričakovane dražljaje, ki v športu, še posebej v športnih igrah, niso zaželeni, saj precej podaljšajo odzivni čas.

2.1.1 Osnovna načela razvoja gibalnih sposobnosti

Martens (1997) navaja osnovna načela oz. vodila, ki bi jih bilo potrebno upoštevati pri vadbi vseh gibalnih sposobnosti, tudi pri hitrosti odzivanja:

1. **pripravljenost** – individualna pripravljenost posameznika; pripravljenost se povečuje z zorenjem telesa mladega športnika; pred puberteto športniki fiziološko niso popolnoma pripravljeni na vadbo visokih obremenitev;
2. **odziv posameznika** – razlike med posamezniki, ki jih mora vaditelj upoštevati in prilagoditi vsakemu vadečemu; npr. dednost, zrelost, prehranske navade, počitek in spanje, nivo telesne pripravljenosti, vplivi okolja, poškodba ali bolezen, motivacija;
3. **prilagoditev** – telo se adaptira oz. prilagodi na določeno obremenitev (npr. povečana moč, mišična vzdržljivost, trše kosti ipd.) s časom in ne s prehitevanjem in prekratki odmori med posameznimi obremenitvami;
4. **preseganje** – povečanje obremenitve, potem ko se telo prilagodi prejšnji (npr. povečana moč); trije dejavniki, ki vplivajo na obremenitev so: pogostost, intenzivnost in trajanje obremenitve;
5. **postopnost** – povečevanje obremenitve v skladu s primernim odmorom;
6. **posebnost, specifičnost** – prilagojenost posameznim športnim gibanjem oz. športu;
7. **raznolikost** – izogibanje dolgočasni vadbi, vzdrževanje športnikovega zanimanja (npr. različne metode vadbe in obremenitve za isto gibalno sposobnost);
8. **ogrevanje in ohlajanje** – cilj je postopno povečati (pred glavnim delom vadbene enote) in zmanjšati (po glavnem delu vadbene enote) pripravljenost telesa na obremenitev;
9. **dolgoročna vadba** – za dobre rezultate je potreben določen čas, večina gibalnih sposobnosti se ne razvije v krajšem časovnem obdobju;
10. **povračljivost** – prilagoditve na obremenitev se lahko povrnejo ali zmanjšajo v smeri prvotnega stanja (nazadovanje), če ima športnik predolg odmor med posameznimi vadbenimi enotami.

2.1.2 Raziskave

Raziskave hitrosti odzivanja potrebujemo zato, da se jo čim bolj izboljša, so tudi izredno smiselne, saj pojasnjujejo zelo pomembna vprašanja vadbe.

Akarsu, Çalişkan in Dane (2009) so ugotovili, da imajo športniki krajše odzivne čase na vidni dražljaj (povezava »oko – roka«) od ljudi, ki se s športom ne ukvarjajo. To dokazuje **vpliv učinkovite športne vadbe na izboljšanje hitrosti odzivanja** na vidni dražljaj.

Liu (2001, v Jui-hung, Yaw-feng in Shu-chen, 2010) je delal simulacije nogometne igre in ugotovil, da se hitrost odzivanja povečuje ob **povečevanju hitrosti leta žoge** proti igralcu in

obratno. Pianta in Kalloniatis (1998, v Jui-hung, Yaw-feng in Shu-chen, 2010) sta zapisala, da so različne hitrosti leta žoge lahko prepoznane kot različni dražljaji (hitrost izbirnega odzivanja).

Jui-hung in drugi (2010) so izmerili krajši odzivni čas pri znatno **zmanjšani osvetljenosti**³¹ **vadbenega prostora** (336 luks³²). Po uradnih košarkarskih pravilih FIBE (Kolar, 2010) mora biti osvetljenost dvorane od 1000 luks³² (tekmovanja najnižjega nivoja, npr. nižja tekmovanja v državnih prvenstvih) do vrednosti preko 2000 luks³² (tekmovanja najvišjega nivoja, npr. olimpijske igre). Jui-hung in drugi predvidevajo, da je za krajši odzivni čas glavni razlog količina pozornosti, usmerjene v nalogo; v manjših svetlobnih pogojih je pozornost višja. Hartline in Graham (Jui-hung, Yaw-feng in Shu-chen, 2010) sta zapisala, da živčna vlakna, povezana z vidnim čutilom, hitreje prevajajo informacije in imajo večjo hitrost odzivanja, če je dražljaj svetel oz. močan (ima visok kontrast oz. glasnost glede na okolico). V raziskavi Jui-hunga in sodelavcev je imela pri zmanjšani svetlobi žogica višji kontrast kot pri normalni svetlobi. Ugotovili so, da vadba hitrosti odzivanja vpliva predvsem na predgibalno komponento odzivnega časa.

V moštvenih športih z žogo pogosto prihaja do serij zunanjih dražljajev, ki zahtevajo hitre in natančne gibalne odgovore. Največkrat **pravilnost ali nepravilnost (pojav napake) odgovorov** odloča o uspehu ali neuspehu (Vidmar, 2004). S ciljem zmanjšanja nepravilnosti oz. napačnih odgovorov se v športni vadbi uporabljajo sredstva za razvoj športu specifičnih kognitivnih sposobnosti (Castiello in Umilta, 1987; Natleton, 1986; Nougier, Ripoll in Stein, 1989; v Vidmar, 2004), vendar se tudi v vrhunskem športu še vedno pojavljajo napake. Vidmar (2004) je ugotovil, da se s povečevanjem frekvence dražljajev (števila dražljajev v časovni enoti) odzivni čas skrajšuje, vendar se število napak eksponentno zvišuje. Prelomna točka, kjer je število napak začelo naraščati, je frekvenca 1,43 Hz (1,43 dražljajev na sekundo). To pomeni, da se mora košarkar dovolj hitro odločiti, na kateri dražljaj bo reagiral in na katerega ne. To lahko dosežemo s primerno vadbo, košarkar mora biti sposoben izločiti čim več dražljajev, ki mu onemogočajo delo brez napak.

Utrujenost je sestavljen pojem, ki zajema tako psihološke kot tudi fiziološke dejavnike (Astrand in Rodahl, 2003, v Lyons, Al-Nakeeb in Nevill, 2006). V moštvenih športih je utrujenost lahko eden ključnih dejavnikov, ki vpliva na zmago ali poraz (Lyons, Al-Nakeeb in Nevill, 2006). Thomson, Watt in Liukkonen (2009) so preverjali vpliv obremenitve in utrujenosti na hitrost odzivanja v moštvenih športih (odbojka, košarka, nogomet). Rezultati računalniškega preverjanja **po maksimalni aerobni obremenitvi (VO₂max³³) so pokazali izboljšanje hitrosti odzivanja (odzivni čas se je skrajšal), vendar se je povečalo število narejenih napak**. Izmed omenjenih treh športov so imeli košarkarji in odbojkarji največje število napak. Avtorji predvidevajo, da so odstopanja rezultatov nogometašev od košarkarjev in odbojkarjev predvsem zaradi podobnosti obremenitve nogometaša na tekmi z obremenitvijo na testiranju. Tako se mišice nogometašev uspejo po obremenitvi hitreje obnoviti, to vodi k večji zbranosti in manjšemu številu napak. Vidmar (2006) je ugotovil, da visoka zakisanost mišic, do katere lahko pride ob koncu

³¹ Količina, ki izraža svetlobni tok na enoto površine osvetljene ploskve (lumen na kvadratni meter). Za razsvetljavo ulic je potrebna osvetljenost 20-40, za pisarne 250-500, za natančna dela pa 1000-5000 luks³² (Pogačnik, 2005).

³² Enota za merjenje osvetljenosti (Ahlin in drugi, 2005).

³³ Največja prostornina (količina) kisika, ki ga vadeči porabi v eni minuti.

košarkarske tekme, ne vpliva negativno na hitrost odzivanja obrambnega igralca (prestrezanje podaje).

Thomson, Watt in Liukkonen (2009) pravijo, da športniki opravijo naloge hitrosti odzivanja hitreje na račun **zmanjšanja natančnosti** (povečanje napak). **Zmerne obremenitve** pozitivno vplivajo na povečanje na hitrosti odzivanja, vendar se število napak ne poveča (Brisswalter idr., 2002; Tomporowski, 2003; v Thomson, Watt in Liukkonen, 2009). Royal in sodelavci (2006, v Thomson, Watt in Liukkonen, 2009) možne vzroke vidijo v pomembnosti določenega gibanja za igralca. Hitrost odzivanja pri visokih obremenitvah se poveča pri gibanjih, ki imajo za igralca večjo pomembnost in s tem večjo pozornost. Primer gibanj večje pomembnosti za igralca so športu specifična gibanja oz. gibalne naloge.

Zanimiv je podatek, ki ga je ugotovil Kioumourtzoglou s sodelavci (1998, v Thomson, Watt in Liukkonen, 2009). Med košarkarji, odbojkarji in vaterpolisti so imeli najkrajši odzivni čas odbojkarji, najmanjše število napak pa so pri testiranju naredili košarkarji. Legros, Delignieres, Durand in Brisswalter (1992) so v raziskavi opazili poslabšanje enostavnega in **izboljšanje sestavljenega odzivnega časa med obremenitvijo (95 % in 125 % VO_2max)**, vendar kot so ugotovili že prej omenjeni avtorji, je bilo tudi tu prisotno **večje število napak**. Po obremenitvi sta se oba tipa odzivnega časa krepko podaljšala, prav tako se je zmanjšalo število napak. Zadnji podatek potrjujejo tudi avtorji Audiffren, Tomporowski in Zagrodnik (2008): pozitivni učinki na hitrost odzivanja takoj po obremenitvi (v tej raziskavi je bila obremenitev v aerobnem območju) hitro izginejo. Poslabšanje enostavnega odzivnega časa ob visokih obremenitvah potrjuje tudi Ando (2010). Predvideva, da zmanjšanje kisika v možganih negativno vpliva na kognitivne procese v možganih med obremenitvijo.

Durand, Bourrier in Legros (1991, v Delignières, Brisswalter in Legros, 1994) so preučevali vpliv obremenitve (na kolesu) na odzivni čas pri študentkah športne vzgoje. Ugotovili so, da so študentke, ki so imele **veliko izkušenj z ekipnimi športi, izboljšale izbirni odzivni čas ob visokih obremenitvah (do 90 % VO_2max)**. Vendar je bilo tudi tu prisotno **povečanje števila napak**. Ravno nasprotno pa niso opazili sprememb v odzivnih časih in številu napak pri športnicah, ki so se ukvarjale z ostalimi športi (gimnastika, atletika). Raziskava nakazuje, da se hitrost odzivanja med obremenitvijo lahko izboljša ob primerni vadbi, ki so jo igralke ekipnih športov v določeni meri imele vsaj skozi igro.

Delignières, Brisswalter in Legros (1994) so v raziskavi ugotovili, da se **število napak** v nasprotju z raziskavo, ki so jo opravili Legros, Delignieres, Durand in Brisswalter (1992), **ne večja s povečanjem obremenitve (od 0 do 80 % VO_2max)** – testirani so bili športniki z izkušnjami in brez izkušenj v borilnih športih. Izkušeni športniki so imeli boljše odzivne čase v času počitka in med obremenitvijo. Opaženo je bilo **podaljšanje odzivnega časa pri neizkušenih med obremenitvijo**, še posebej pri vrednostih, ki so znašale 60 % in 80 % VO_2max . Izkušeni športniki so imeli ravno nasprotno, boljše rezultate (še posebej pri obremenitvi 40 % in 60 % VO_2max). Ugotovljeno je bilo tudi, da športniki, izkušeni v borilnih športih, doživljajo večji napor pri enaki obremenitvi v primerjavi z neizkušenimi. Dornic in drugi (1974, v Delignières, Brisswalter in Legros, 1994) so dokazali enako učinkovitost pri vseh pogojih (tišina, rahel hrup, visoka stopnja hrupa), vendar višji občutek napora v hrupnem okolju.

Med **bolj in manj izkušenimi igralci** pride do razlik tudi v hitrosti odzivanja. Manj izkušeni, navadno mlajši igralci, ob utrujenosti dosegajo slabše rezultate, tako v gibalnih kot tudi v psiholoških nalogah (Lyons, Al-Nakeeb in Nevill, 2006). Pri manj izkušenih igralcih pride do večjih motenj v pozornosti, osredotočenosti (Kahneman, 1973, v Lyons, Al-Nakeeb in Nevill, 2006). Barcelos, Morales, Maciel, Azevedo in Silva (2009) so dokazali, da imajo izkušenejši odbojkarji hitrost izbirnega odzivanja višjo od manj izkušenih (mladih) igralcev. To nakazuje, da morajo mlajši igralci imeti raznoliko vadbo s čim več situacijami, podobnimi tistim, ki se dogajajo na tekmi.

Audiffren, Tomporowski in Zagrodnik (2008) so v raziskavi dokazali, da se **med aerobno obremenitvijo hitrost odzivanja postopoma povečuje skozi 15-20 min dolgo obdobje vadbe**, nato pa doseže najvišjo vrednost. Ta podatek mogoče nakazuje, kolikšna je najbolj primerna dolžina ogrevanja na treningu in na tekmi.

Behm, Bambury, Cahill in Power (2004) so opazili povečanje odzivnega časa (zmanjšanje hitrosti odzivanja za okoli 6 %) nog po **statičnem raztezanju**, ki je trajalo 3 ponovitve razteznih gimnastičnih vaj za vsako izmed treh mišičnih skupin po 45 sekund z vmesnimi 15-sekundnimi odmori (amplituda raztega je bila do točke neugodja). Avtorji vidijo razlog v spremembah mišično-tetivnega dela – sprememba v dolžini, togosti, proizvedeni sili in mišični aktivaciji lahko negativno vpliva na mišico in kito, spremeni se sposobnost zaznavanja in odzivanja na spremembe v okolju.

Arabacı (2009) je preiskoval takojšnje učinke različnih načinov izvajanja **razteznih gimnastičnih vaj** pri mladih nogometaših tekom ogrevanja in ugotovil, da je v korist hitrosti odzivanja najbolj primeren dinamičen način raztezanja (vključuje gibanje) mišično-kitnih struktur. Omenjeni način raztezanja vpliva na povečanje hitrosti odzivanja nog in hitrost spremembe smeri. Little in Williams (2006) ter Brandenburg (2006) (v Arabacı, 2009) ugotavljajo, da statično raztezanje, ki traja manj kot 30 sekund, nima negativnega vpliva na gibalne sposobnosti. Tako Arabacı (2009) sklepa, da je najbolj primerna kombinacija dinamičnih in statičnih (trajanje ene vaje okoli 20 sekund) gimnastičnih vaj v ogrevanju nogometašev. Tako poslabšanja hitrosti odzivanja ter ostalih gibalnih sposobnosti ni.

Ugotovljeno je bilo (Shinya, Wada, Yamada, Ichihashi in Oda, 2011), da se **med obremenitvijo sile reakcije podlage na telo krepko povečajo, če so prisotni kognitivni procesi** (razmišljanje, obdelava informacij, hitrost odzivanja) ob pristankih na eno nogo. Med skakanjem se zmanjša hitrost izbirnega odzivanja, zaradi hkratne aktivnosti kognitivnih in gibalnih procesov. Zato avtorji sklepajo, da je priporočljivo pri diagnostiki (predvsem pri poškodbah) preverjati obe sposobnosti hkrati (kognitivne in gibalne; sposobnosti pristanka in sposobnost kognitivnih procesov). Mogoče bi bil ta podatek uporaben tudi v športni vadbi, smiselno bi bilo kombinirati vadbo ostalih sposobnosti s kognitivnimi procesi (npr. s hitrostjo sestavljenega odzivanja).

Alikhani, Vaez Mousavi in Mokhtari (2011) so ugotavljali vpliv predhodne **miselne vizualizacije**³⁴ (kognitivne in motivacijske) na hitrost odzivanja. Prišli so do zaključka, da

³⁴ Kognitivna sposobnost, kjer si športnik preko predhodno pridobljenih informacij ustvari miselno izkušnjo športnega nastopa (Baechle in Earle, 2008).

kognitivna in motivacijska komponenta vplivata na povečanje hitrosti odzivanja. Motivacijska komponenta je pomembna za izboljšanje pozornosti v določeni nalogi (Magil, 2004, v Alikhani, Vaez Mousavi in Mokhtari, 2011), medtem ko kognitivna komponenta neposredno izboljša odzivni čas – vpliva na hitrejšo povezovanje in obdelavo informacij (Grouios, 1988, v Alikhani, Vaez Mousavi in Mokhtari, 2011). V začetnih fazah uporabe miselne vizualizacije naj bi športnik začel s preprostimi miselnimi slikami. Postopoma preide h kompleksnejšim slikam. Počasi si začne predstavljati statične slike (npr. košarkarsko žogo, igrišče, koš), z nadaljnjo vizualizacijo postanejo slike vse jasnejše. Ko si športnik uspešno miselno prikazuje podrobnosti statične slike, se lahko začne (miselno) sprehajati po prostoru in si predstavljati dinamično gibanje (npr. občutek odbijanja žoge, met na koš) (Baechle in Earle, 2008).

Van den Berg s sodelavci (2006, v Arslan, Menevşe in Atlı, 2012) predpostavlja, da **nespečnost** na daljši rok podaljšuje odzivni čas, torej zmanjšuje hitrost odzivanja. Ravno obratno (Takahashi idr., 2004, v Arslan, Menevşe in Atlı, 2012) učinkuje **kratkotrajni počitek** na delu, ki hitrost odzivanja zviša.

Poslabšanje odzivnega časa na vidni dražljaj in zmanjšanje kognitivnih sposobnosti je lahko posledica **hiperglikemije**³⁵. Najpogosteje pride do tega pred tekmovanjem. Do visoke hiperglikemije lahko pride le pri športnikih s sladkorno boleznijo tipa 1 (Bytomski, Moorman in MacAuley, 2010).

Menevşe in Arslan (2012) sta med tekmovanjem ugotovila **povezanost hitrosti odzivanja z učinkovitostjo na rokometni tekmi**. Ekipa, ki je zasedla prvo mesto, je imela v povprečju najkrajši odzivni čas; zadnja (četrt) ekipa je imela najdaljši odzivni čas.

Çetin, Taşğın in Arslan (2011) govorijo o **kikboks** kot izredno učinkovitem sredstvu za razvoj hitrosti odzivanja in hitrosti odločanja. Vadeči so sposobni oblikovati primerne in točne odločitve v kratkem času.

V raziskavi avtorjev Arabacı, Görgülü in Çatıkkaş (2010) ni bilo opažene **povezave med hitrostjo odzivanja in hitrostjo spremembe smeri**. Potrebno je dati poudarek vadbi obeh sposobnosti, najprej posamično, kasneje kot skupek obeh (odzivna hitrost spremembe smeri). Fisekcioglu (2011) je ugotovil povezanost hitre moči (oz. eksplozivne moči, angleško »power«) s hitrostjo odzivanja na slušni dražljaj. Športniki z večjimi vrednostmi hitre moči so imeli krajši odzivni čas, torej višjo hitrost odzivanja.

Kot zanimivost, **zvečenje žvečilnega gumija poveča hitrost odzivanja** (Kurokawa, Nakajima, Maeda, Takeda in Ishigami, 2008). Razlog naj bi bila povečana aktivnost in pozornost možganov. S tem naj bi žvečenje vplivalo pozitivno na športni rezultat. Vendar Matuura, Taniguchi, Sugiura, Miyao in Takada (2012) opozarjajo, da je pretok krvi skozi možgane povečan le v času žvečenja, kasneje se vrne na nivo pred žvečenjem.

³⁵ Zvišana koncentracija glukoze v krvi (Kališnik M., 2004).

2.1.3 Hitrost odzivanja pri mladih športnikih

Odzivni čas se začne **skrajševati v obdobju poznega otroštva** (Papalia, Wendkos Olds in Duskin Feldman, 2004, v Škof in drugi, 2007), to je po teoriji kognitivnega razvoja med šestim in enajstim letom (Marjanovič Umek in Svetina, 2004, v Škof in drugi, 2007). Poleg skrajšanja odzivnega časa se v tem obdobju poveča hitrost procesiranja informacij, selektivna pozornost³⁶ in sposobnost koncentracije (Papalia, Wendkos Olds in Duskin Feldman, 2004, v Škof in drugi, 2007). Pomembno v tem obdobju je tudi, da je otrok sposoben namerno usmerjati pozornost v nalogo oz. opravilo (Meece, 2002, v Škof in drugi, 2007). Enostavni odzivni čas se progresivno krajša do srednjega najstniškega obdobja (starost okoli 15 let) ali celo do poznega obdobja adolescence³⁷ (pri deklicah traja v povprečju do 16. leta, pri fantih do 18. leta). Drugače je sestavljenim odzivnim časom, ki se izboljšuje bistveno daljši čas (Škof in drugi, 2007).

Študije kažejo, da **možgani dozorevajo najmanj 20 let** (Chugani, 1998, v Škof in drugi, 2007). Že pri sedmih letih dosežejo 95 % mase in velikosti možganov odraslega človeka (Caviness, Kennedy, Richelme, Rademacher in Filipek, 1996, v Škof in drugi, 2007).

Koprivica (2003) pravi, da je **hitrost odzivanja smiselno razvijati že pred začetkom otrokovega šolanja, večji poudarek pa mora biti med 7 in 12 let**. Živčni sistem, povezan s hitrostjo in odzivanjem, se tekom pubertete³⁸ v celoti oz. v večini razvije. Ko je živčni sistem razvit, lahko le v manjši meri vplivamo na hitrost odzivanja, težje je vplivati na hitrost enostavnega odzivanja, lažje na hitrost sestavljenega odzivanja. Bompá (2000) je zapisal, da je hitrost pred puberteto v veliki meri izboljšana zaradi razvoja živčevja. Hitrost odzivanja se poleg ostalih gibalnih sposobnosti razvija skozi igro, igralne oz. tekmovalne oblike (zelo primerne štafetne igre) in raznovrstno vadbo, zanimivo za otroke. **Neugodja (prevelika utrujenost, mišična bolečina ipd.) v tem obdobju ne sme biti**. Bailey, Malina in Mirwald (1985, v Bompá, 2000) poudarjajo, da morajo biti skupine otrok pred puberteto pri vadbi mešane glede na spol (in ne glede na starost), saj pri sposobnostih še ne prihaja do razlik. Vera in drugi (2006) so ugotovili razlike v odzivnih časih med 13-letnimi košarkarji in košarkaricami. Košarkarice so pri odločitvah napravile manj napak, tudi odzivni časi so bili krajši od košarkarjev.

V času pubertete pride do pospešene in neenakomerne rasti telesa. Gibalni nadzor človeka v tem obdobju ne more v celoti slediti razvoju, zato je slabše koordiniran, kar je posledica slabšega zaznavno-gibalnega (senzo-motoričnega) občutka (tj. »gibalna nerodnost«). **V obdobju pubertete je torej priporočljiv poudarek na vadbi tehnike gibanja in koordinacije**. Vadba tehnike gibanja in koordinacije je predpogoj za uspešno in varno vadbo v visoki hitrosti (Škof in drugi, 2007), katere del je hitrost odzivanja.

Pomembno dejstvo je, da so za razvoj gibalne učinkovitosti zelo koristne tudi zgodnje izkušnje (Rosenzweig, 1984; Ames, 1994; v Škof in drugi, 2007). Z vsako gibalno dejavnostjo, ki jo otrok

³⁶ Obdelava enega samega dražljaja pri zaznavanju organizma več dražljajev hkrati (Sternberg, 1996, v Borin, 2004).

³⁷ Doba človekovega razvoja med puberteto in zrelostjo; mladostna doba (Ahlin in drugi, 2005); obdobje od pubertete do prenehanja rasti (Kališnik M., 2004).

³⁸ Obdobje med 12. in 16. letom pri dekletih ter med 14. in 18. letom pri fantih (Škof in drugi, 2007); obdobje razvoja sekundarnih spolnih značilnosti (npr. poraščenost) do polne spolne zrelosti in plodnosti (Grumbach in Styne, 2003, v Škof in drugi, 2007); obdobje od pojava prvih spolnih znakov do dosežene zmožnosti za reprodukcijo (Kališnik M., 2004).

izvaja v različnih starostnih obdobjih, nastane nova živčna mreža. Pri oblikovanju novih mrež (nova gibanja) so zelo pomembne že vzpostavljene mreže (prejšnje izkušnje), te se le dopolnjujejo z novimi. Priložnost za učenje je tudi v odrasli dobi (Škof in drugi, 2007).

2.1.4 Metode razvoja hitrosti odzivanja

Zatsiorsky (1980, v Bompa, 1990, 1999) omenja osnovne načine in postopke razvoja hitrosti odzivanja, katerih uporaba je v športu zelo smiselna, jih je pa seveda potrebno prilagoditi športni panogi.

2.1.4.1 Hitrost enostavnega odziva

a) ponavljajoče odzivanje

Vadeči izvaja ponavljajoča odzivanja na enega ali več dražljajev, vendar je metoda namenjena razvoju hitrosti enostavnega odzivanja. Če prilagodimo metodo moštvenim športom, je poudarek na več dražljajih (hitrost sestavljenega odzivanja). Pri tej metodi vadimo hitrost odzivanja z ostalimi gibalnimi sposobnostmi (npr. s hitrostjo premočrtnega teka ipd.).

b) analitična metoda

Nanaša se na vadbo posameznih delov tehnično-taktične naloge. Namen je vadba v olajšanih okoliščinah. S to metodo pride lahko do večjega poudarka na hitrosti odzivanja, saj jo lahko ločimo od ostalih gibalnih sposobnosti, ki jih tudi vadimo posebej.

c) zaznavno-gibalna (senzo-motorična) metoda

Metoda (Gellersetein, 1980, v Bompa, 1999) predstavlja odnos med hitrostjo odzivanja in sposobnostjo razločevanja majhnih časovnih razlik (desetinka sekunde). Domnevno naj bi tisti športniki, ki dobro razločijo časovno razliko med različnimi ponovitvami, imeli dobro hitrost odzivanja.

Športniki naj bi izvajali naloge v treh fazah: (1) na znak trenerja športnik skuša preteči določeno razdaljo (npr. 5 m) v največji hitrosti; po vsaki ponovitvi mu trener pove, kakšen čas je imel; (2) enako kot v prejšnji fazi, vendar mora pred trenerjevim točnim podatkom športnik povedati približek rezultata; (3) v tej fazi športnik poskuša doseči čase, ki jih je v prejšnji fazi določil; s tem lahko hitrost odzivanja nadzoruje.

Če je športnik osredotočen na izvedbo gibanja in ne toliko na začetni dražljaj, bo hitrost odzivanja večja. Slednja bo večja tudi, če so mišice pred začetkom gibanja izometrično napete (npr. pri položaju igralca v košarkarski preži na mestu so mišice nog izometrično³⁹ napete).

2.1.4.2 Hitrost sestavljenega odziva

d) odzivanje na predmet v gibanju

Zelo smiselna metoda za moštvene športe in športe, kjer tekmujeta med seboj dva športnika (npr. igre z loparji, borilni športi ipd.). Zatsiorsky (1980, v Bompa, 1999) navaja primer, razdeljen na štiri faze: ko igralec poda žogo (1), mora soigralec, ki sprejema, videti žogo in zaznati njeno smer

³⁹ Mišično naprežanje, ko se dolžina mišice ne spreminja.

ter hitrost gibanja (2). Sprejemalec⁴⁰ mora v kratkem času (preden sprejme žogo) miselno ustvariti načrt njegovega dejanja v igri (3) in ga tudi izvesti (4). Ti štirje elementi obsegajo skrito hitrost odzivanja, ki traja od 0,25 do 1 sekunde. Hitrost odzivanja se zmanjša, če sprejemalec podaje ne pričakuje. Prva faza traja najdlje, ostale tri vsega skupaj okoli 0,05 sekunde.

e) Izbirno (ali izločevalno) odzivanje

Igralec izbira med več možnimi gibalnimi odgovori na akcije nasprotnika ali pa na nenadne spremembe okolja. Pri tej metodi mora biti poudarek na načelu postopnosti. Vadeči se mora najprej naučiti pravilno izvajati osnovni gibalni odgovor na določen tehnični element. Ko je v tej sposobnosti dovolj spreten (avtomatizacija⁴¹), se uči drug način gibalnega odgovora (različica). Tako lahko vadeči na tekmi izbira, kateri gibalni odgovor je bolj primeren v danem trenutku. Zatsiorsky (1980, v Bompa, 1999) razdeli vsako gibanje na dve dobi: izometrično (pred začetkom gibanja, pripravljenost na odziv oz. dražljaj) in izotonično (gibanje oz. odziv se zgodi). Vrhunski športniki imajo tako visoko hitrost odzivanja, da se odzovejo, še preden pri nasprotniku pride do izotonične dobe. Ker pride v košarki do situacij, kjer se na določene različne dražljaje vadeči odzove, na nekatere pa je priporočljivo, da odziva ni, sem dodal prvotnemu izrazu (izbirno odzivanje) še izločevalno odzivanje.

2.1.5 Obdobje razvoja specialne hitrosti

V tem obdobju se razvija vse oz. večina komponent hitrosti v različnih ravneh obremenitve (aerobna in anaerobna). Poudarek je na vsebinah, ki so specifične za posamezen šport (Bompa in Haff, 2009). Tako so na primer ustrezna sredstva za razvoj specialne hitrosti igralne oblike (Mallo in Navarro, 2008, v Bompa in Haff, 2009) oz. igra ali pa razvoj gibalnih sposobnosti preko sredstev telesne priprave (Gabett, 2006, v Bompa in Haff, 2009). Obdobje specialne hitrosti mora vsebovati tudi vadbo hitrosti odzivanja v kombinaciji s hitrostjo spremembe smeri⁴². To kombinacijo bom imenoval **odzivna hitrost spremembe smeri**⁴³.

Young, James in Montgomery (2002, v Bompa in Haff, 2009) pravijo, da je hitrost premočrtnega teka (sprint) bistvena za razvoj hitrosti odzivanja. Kljub temu sprint ne bo v veliki meri izboljšal hitrosti spremembe smeri (Young, James in Montgomery, 2002; Young, McDowell in Scarlett, 2001; v Bompa in Haff, 2009), zato je potrebno hitrost premočrtnega teka kombinirati s hitrostjo spremembe smeri. Prav tako je tu obvezno potrebno dodati vadbo hitrosti odzivanja na dražljaje, ki se pojavljajo v tekmovalnih okoliščinah posameznega športa.

V košarki je potrebno razvijati vse tipe hitrosti (hitrost odzivanja, hitrost pospeševanja, hitrost pojevanja, največja hitrost, hitrostna vzdržljivost ter hitrost spremembe smeri), je pa odvisno od različnih dejavnikov (npr. obdobje vadbe, starost vadečih, pripravljenost vadečih ipd.), katerim tipom se posveti več časa oz. da večji poudarek.

⁴⁰ Igralec, komur je namenjena podaja; ki sprejema žogo.

⁴¹ S ponavljanjem povzročiti, da kaj poteka brez sodelovanja volje, zavesti (Ahlin in drugi, 2005).

⁴² Po nekaterih avtorjih (Bloomfield, Ackland in Elliot, 1994; Clarke, 1959; Mathews, 1973; v Sheppard in Young, 2006) poimenovana agilnost, vendar kot sem v nalogi že omenil, se bom izrazu izogibal.

⁴³ Tuji avtorji (Farrow, Young in Bruce, 2005; Sheppard, Young, Doyle, Sheppard in Newton, 2006; v Bompa in Haff, 2009) to poimenujejo reaktivna agilnost.

2.1.6 Primeri sredstev razvoja hitrosti odzivanja

Pri hitrosti odzivanja lahko razvijamo kognitivni (predgibalni) in gibalni del posebej ali pa oba skupaj. Na gibalni del hitrosti odzivanja lahko učinkujemo preko telesne vadbe (Oxendine, 1984), medtem ko na kognitivni del samo telesna vadba (priprava) ne vpliva. Glavno sredstvo razvoja gibalnega dela hitrosti odzivanja je vadba živčno-mišične aktivacije.

Hitrost odzivanja ne obsega gibanja samega, temveč le dogodke, ki se zgodijo pred začetkom gibanja (Magill, 1993). Vendar menim, da v moštvenih športih z žogo ni smiselno tako podrobno ločevati hitrost odzivanja od drugih gibalnih sposobnosti.

Hitrost odzivanja lahko umestimo v vadbo časovno, npr. vadeči izvaja vsako vajo po 1 minuto, lahko pa glede na število ponovitev, npr. 10 ponovitev v seriji. Večina vaj, ki niso specialne, lahko take postanejo, če jim dodamo elemente, ki se v košarkarski igri pogosteje dogajajo, npr.: met žoge v zrak in odziv na prvi odboj ob tla; ko vadeči ujame žogo, gre s križnim korakom v prodor in položi.

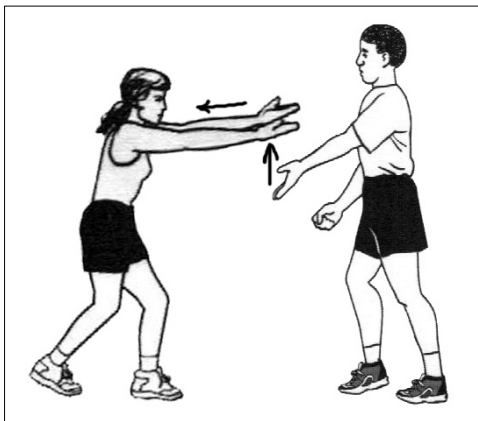
1. Brez žoge

a) Splošna

I. Hitrost enostavnega odzivanja

Udarjanje po rokah z vodoravnim izmikanjem

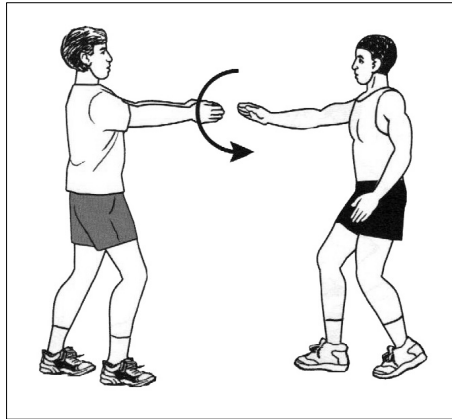
V parih. Vadeča stojita obrnjena eden proti drugemu, čelno na kratki oddaljenosti. Roke so v predročenu pokršeno. Eden (dlani obrnjene navzgor) izmed vadečih poskuša zadeti roke drugega (dlani obrnjene navzdol), drugi pa se poskuša čim hitreje izmakniti (le s pomočjo rok) (slika 1).



Slika 1: primer udarjanja rok z vodoravnim izmikanjem (prirejeno po: Brown, Ferrigno in Santana, 2000).

Udarjanje po rokah z navpičnim izmikanjem

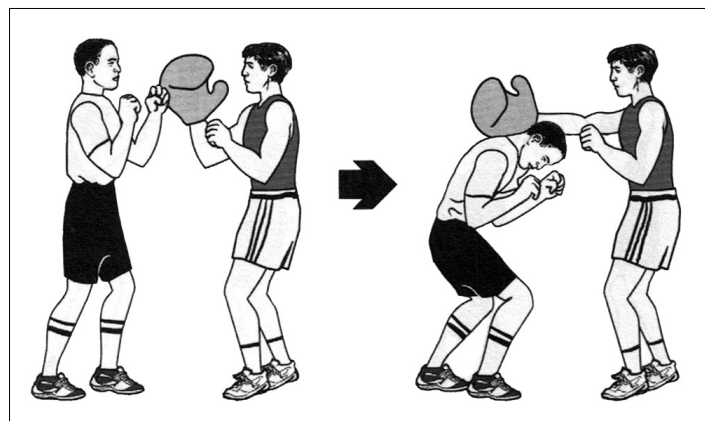
V parih. Vadeča stojita obrnjena eden proti drugemu, čelno na kratki oddaljenosti. Eden ima roke v predročenu iztegnjeno, dlani so skupaj. Roke oblikujejo črko V. Drugi ima roke v predročenu pokršeno, pripravljen na plosk (udarec). Prvi lahko izmika roke le v navpični smeri (slika 2).



Slika 2: primer udarjanja po rokah z navpičnim izmikanjem (Brown, Ferrigno in Santana, 2000).

Ciljanje partnerja z mehko blazino ali boksarsko rokavico (Brown, Ferrigno in Santana, 2000).

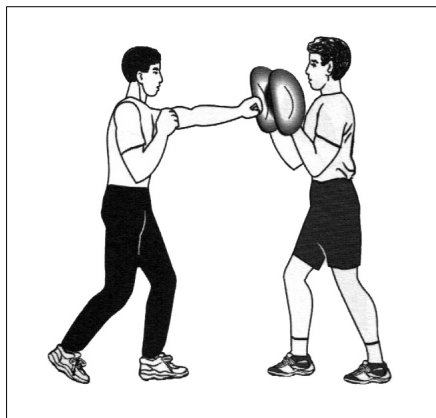
Vadeča sta usmerjena eden proti drugemu, čelno. Eden ima na roki nameščeno mehko blazino (ali rokavico za boks) in cilja drugega. Drugi se mu izmika in ne dovoli, da bi ga prvi zadel (slika 3). Za hitrost izbirnega odzivanja ima drugi vadeči pritrjeni blazini na obeh rokah.



Slika 3: primer ciljanja partnerja z boksarsko rokavico (Brown, Ferrigno in Santana, 2000).

Udarjanje v vrečo (prirejeno po: Brown, Ferrigno in Santana, 2000).

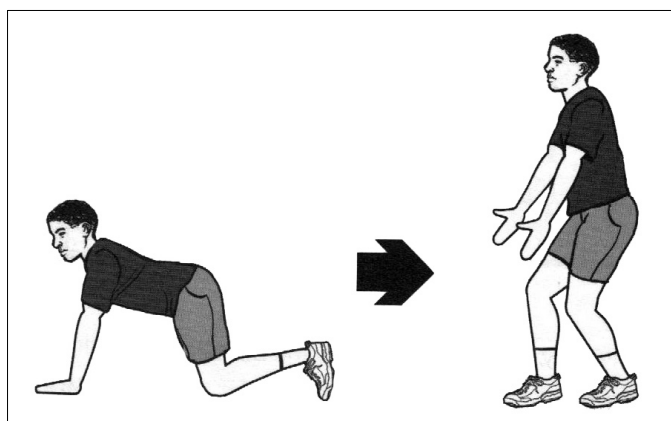
Udarjanje v vrečo je lahko hitrost enostavnega ali izbirnega odzivanja (slika 4). Pomočnik, ki ima na roko natakknjene blazine, lahko govori leva (udarec v levo blazino) ali desna (udarec v desno blazino). Dražljaj je lahko vidni, npr. tisto roko, ki jo pomočnik premakne, mora vadeči udariti z roko, ki je na strani blazine.



Slika 4: primer udarjanja v mehko vrečo (Brown, Ferrigno in Santana, 2000).

Prehod v stoji iz različnih položajev (prirejeno po: Brown, Ferrigno in Santana, 2000)

Vadeči začnejo iz različnih oteženih začetnih položajev, kot so leža na trebuhu, na hrbtu; sed; opora spredaj, zadaj (slika 5). Na vidni ali slušni znak se poskušajo čim hitreje pobrati s tal. Nalogo lahko otežimo s prepovedjo uporabe rok, mižanjem ipd.



Slika 5: primer prehoda v stoji iz opore (Brown, Ferrigno in Santana, 2000).

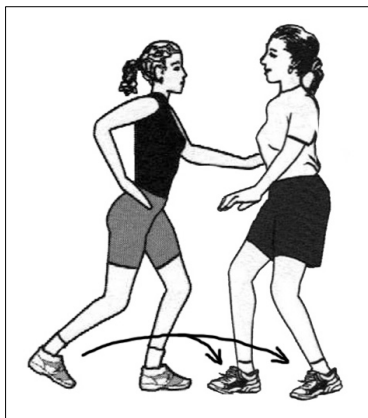
II. Hitrost izbirnega odzivanja

Udarjanje po rokah posamično

Enaka naloga kot udarjanje po rokah z vodoravnim izmikanjem (slika 1, str. 29), le da tu vadeči udarja drugega z levo roko po levi roki, z desno pa po desni (lahko tudi križno: leva-desna, desna-leva). Vadeči mešano udarja levo in desno roko, drugi ne ve, katero bo udaril.

Stopanje po nogah

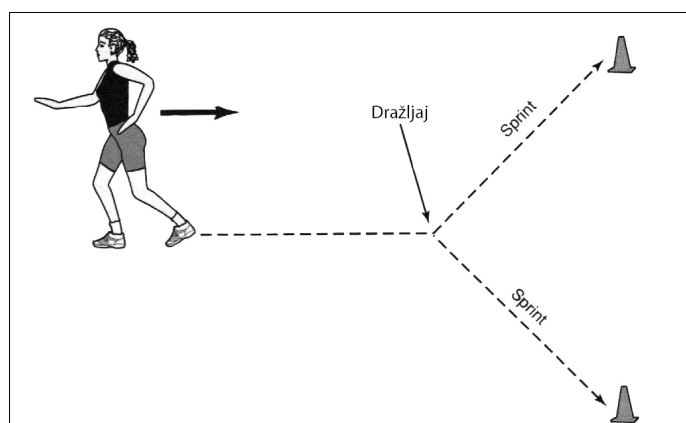
Vadeča stojita obrnjena eden proti drugemu, čelno na kratki oddaljenosti. Eden izmed vadečih poskuša zadeti levo ali desno nogo nasprotnika tako, da mu jo poskuša pohoditi, drugi se mu izmika (slika 6).



Slika 6: primer stopanja po nogah (prirejeno po: Brown, Ferrigno in Santana, 2000).

Iz vzratnega teka v sprint

Začetek (tek vzratno) vadeči začne počasi, na znak se obrne in sprinta do stožca (slika 7). Kot primer je lahko vidni dražljaj: leva roka pomeni levi stožec, desna pomeni desni stožec. Trener ali soigralec stoji tako, da ga vadeči vidi čelno.

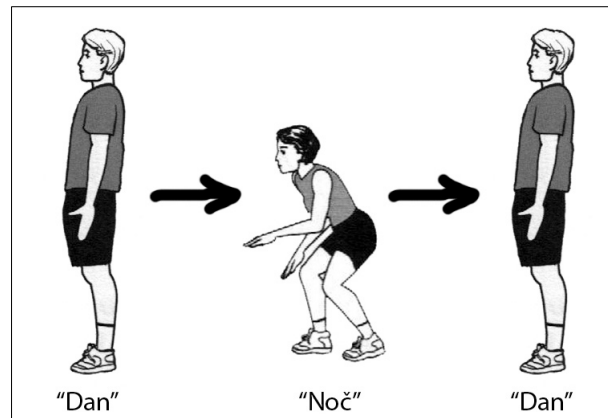


Slika 7: primer prehoda v sprint na določen dražljaj (Brown, Ferrigno in Santana, 2000).

III. Hitrost izločevalnega odzivanja

»Dan in noč«

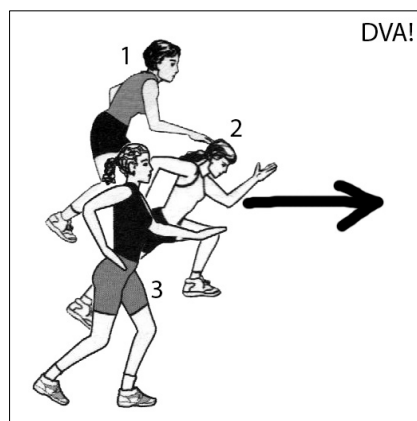
Trener ali vaditelj izgovori besedo »dan« ali pa »noč«. Začetni položaj je stoja na iztegnjenih nogah. Če izgovori besedo dan, odziva ne sme biti. Če izgovori besedo noč, se vadeči postavijo v počep. Če zatem izgovori besedo dan, se postavijo nazaj v stoji (slika 8). Za otežitev vaje zamenjamo osnovni besedi s takimi, ki imata sorodne črke in izgovorjavo (npr. »klip«, »klop«).



Slika 8: primer igre "dan in noč" (prirejeno po: Brown, Ferrigno in Santana, 2000).

Start na določeno številko (3 skupine, 30 številčk...)

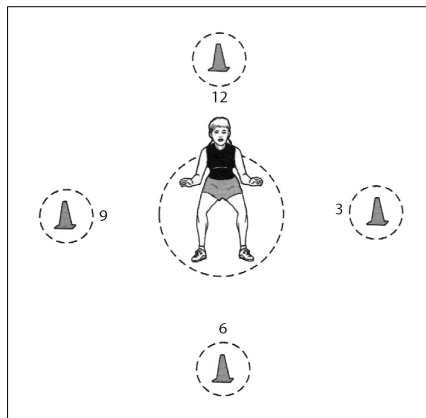
Vadeči (ekipa) so razdeljeni v več skupin (npr. 3) in imajo dodeljene številke (slika 9). Trener ali vaditelj kliče številke. Ko izgovori številko določene skupine, se ta odzove z dogovorjeno gibalno nalogo (npr. sprint na 5 m) in vadeči v izbrani skupini tekmujejo med seboj, kdo bo prišel hitreje. Trener lahko izgovarja tudi številke, ki niso dodeljene, to naredi vajo izločevalnega tipa, kjer se vadeči ne smejo odzvati.



Slika 9: primer starta na določeno številko (prirejeno po: Brown, Ferrigno in Santana, 2000).

Ura

Na igrišču so postavljene številke v obliki ure (npr. glavne štiri: 3, 6, 9, 12). Trener ali vaditelj oz. pomočnik govori številke, na katere se mora vadeči čim hitreje odzvati in se dotakniti lista papirja s številko oz. stožca (slika 10). Lahko reče tudi druge številke, ki jih v nalogi ni, tu gibalnega odgovora ne sme biti.



Slika 10: primer odzivanja na urine številke (prirejeno po: Brown, Ferrigno in Santana, 2000).

b) Specialna

I. Hitrost enostavnega odzivanja

Posnemanje partnerja – pospeševanja in zaviranja

Gibanje je le v smeri naprej. V parih. Eden iz para izvaja nenadna pospeševanja in zaustavljanja po dolžini igrišča, drugi ga poskuša čim natančneje posnemati in mu slediti. Ko prideta do konca igrišča, za nazaj zamenjata vlogi.

II. Hitrost izbirnega odzivanja

Posnemanje partnerja v košarkarski preži (levo-desno; počep-skok)

V parih. Začetni položaj je košarkarska preža (slika 11). Eden izvaja gibalne naloge, drugi ga posnema in se poskuša čim hitreje odzvati nasprotnikovim spremembam gibanj. Lahko začneta le z gibanji v smeri levo-desno. Kasneje se lahko nalogo oteži z dodatnimi gibanji (npr. počep-skok, vključitev rok ipd.).



Slika 11: primer posnemanja partnerja v košarkarski preži (Erčulj in Dežman, 2004).

Dotikanje kolen (Erčulj in Dežman, 2004)

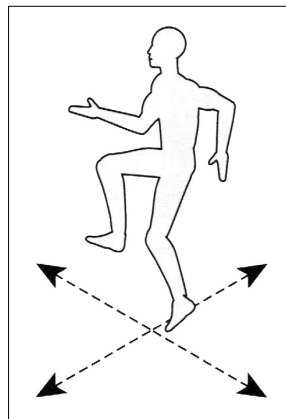
Igralca stojita v obrambni preži, drug proti drugemu. Razdalja med njima je približno pol metra. Prvi se z rokama drži za boke in poskuša z levo ali desno roko rahlo udariti drugega po kolenu bližje noge. Drugi poskuša čim hitreje umakniti nogo, ki je bila dotaknjena, tako da z nogo naredi korak nazaj (slika 12).



Slika 12: primer dotikanja kolen (Erčulj in Dežman, 2004).

Odzivanje na trenerjev znak po prostoru

Ta naloga se lahko izvaja skupinsko z enim vodjem (trener, vaditelj). Vadeči so postavljeni po prostoru tako, da ne ovirajo drug drugega. Vodja kaže ali pa govori znake, na katere se vadeči morajo odzvati (npr. levo, desno, naprej, nazaj, skok ipd.; slika 13). Hitrost izločevalnega odzivanja lahko postane, ko dodamo izraze ali kretnje, na katere se vadeči ne sme odzvati (npr. na znak obeh stegnjenih rok se ne odzovejo).

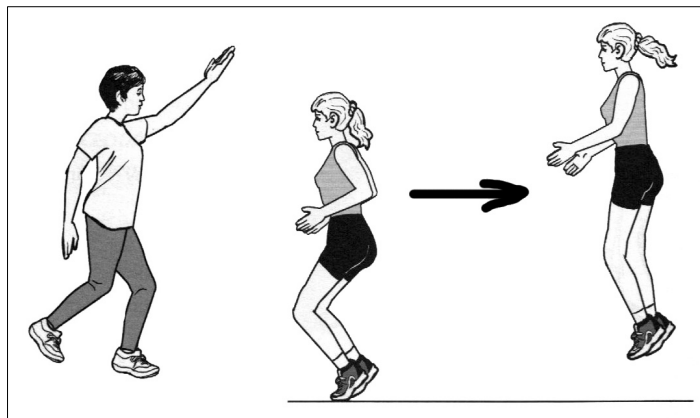


Slika 13: primer odzivanja na vidni ali slušni dražljaj z gibanji naprej, nazaj, levo, desno, poševno ipd. (prirejeno po: Brown, Ferrigno in Santana, 2000).

III. Hitrost izločevalnega odzivanja

Skok na vidni dražljaj

V parih. Vadeči se na en dražljaj (npr. dvig leve roke) odzove s skokom in iztegnitvijo rok, na drugega pa se ne odzove (npr. dvig desne roke) (slika 14). Za otežitev naloge lahko dodamo več različnih dražljajev, obvezno morajo biti prisotni dražljaji, na katere se vadeči ne sme odzvati.



Slika 14: primer skoka na vidni dražljaj (prirejeno po: Brown, Ferrigno in Santana, 2000).

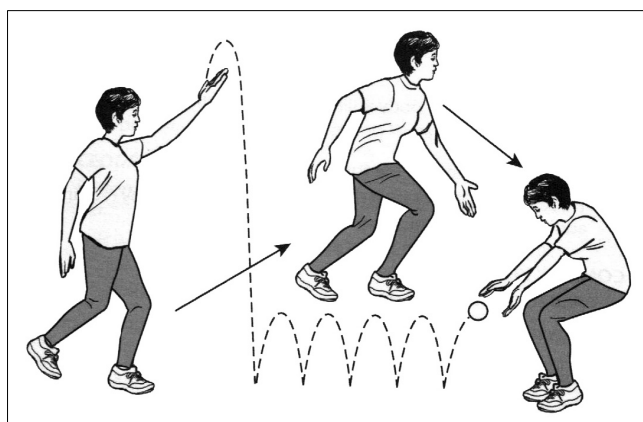
2.1.6.1 Z žogo (ali žogico)

a) Splošna

I. Hitrost enostavnega odzivanja

21 točk (Brown, Ferrigno in Santana, 2000)

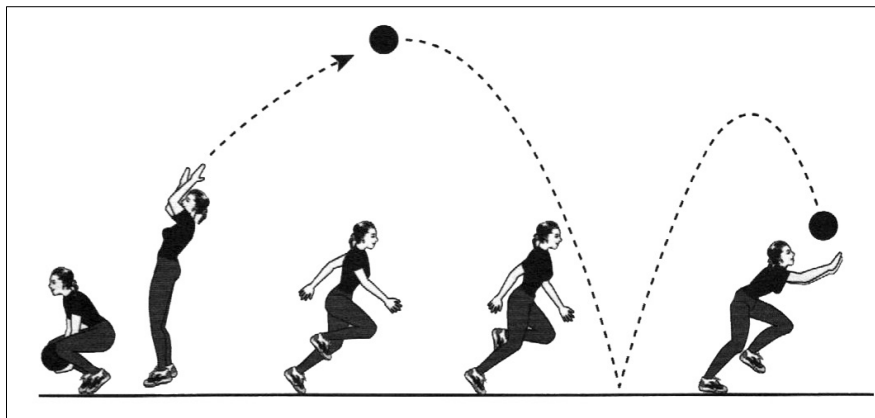
Vadeči si žogico vrže v zrak malo nad višino svojega telesa in šteje odboje ob tla. Žogica mora doseči čim več odbojev, preden jo ujame. Ujeti jo mora obrnjen za 180 stopinj glede na začetni položaj (čelno). Vsak odboj šteje 1 točko. Ko pride do 21 točk, je igre konec. Zmaga tisti, ki je ima manj poskusov (ali manj časa), da je dosegel 21 točk (slika 15).



Slika 15: primer metanja žogice, zbiranja čim več odbojev in lovljenja žogice (Brown, Ferrigno in Santana, 2000).

Metanje žoge hrbtno (Brown, Ferrigno in Santana, 2000).

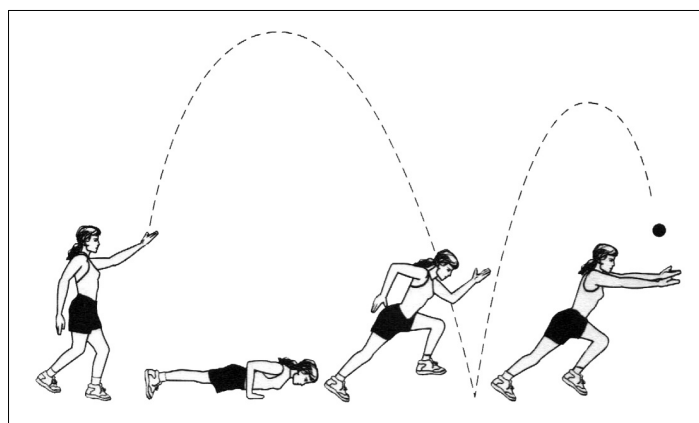
Vadeči si vrže žogo hrbtno visoko v zrak. Ko sliši odboj ob tla, jo poskuša ujeti in preprečiti drugi odboj (slika 16). Vajo si oteži tako, da so meti nižji, daljši ali hitrejši.



Slika 16: primer metanja žoge hrbtno in odzivanja na odboj (Brown, Ferrigno in Santana, 2000).

Metanje žoge predse z dodanim gibalnim elementom (Brown, Ferrigno in Santana, 2000).

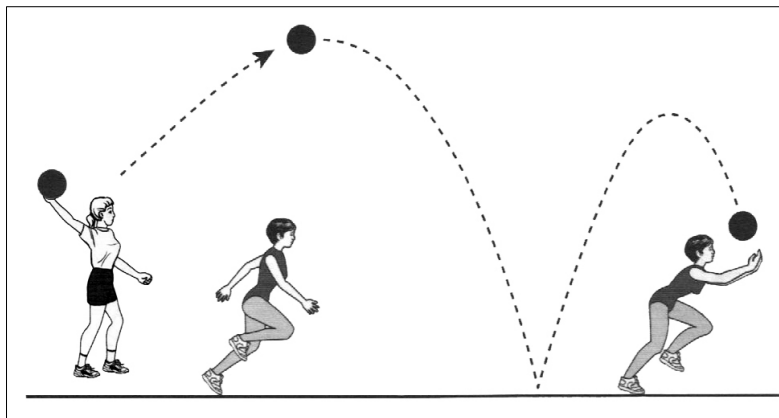
Vadeči si vrže žogo predse toliko naprej in visoko, da lahko po metu izvede še gibalno nalogo (npr. prehod v oporo spredaj, sed ipd.). Ko sliši ali vidi odboj ob tla, poskuša žogo čim hitreje ujeti (slika 17).



Slika 17: primer metanja žoge predse z dodatno gibalno nalogo (Brown, Ferrigno in Santana, 2000).

Metanje žogice pred vadečega izza hrbta

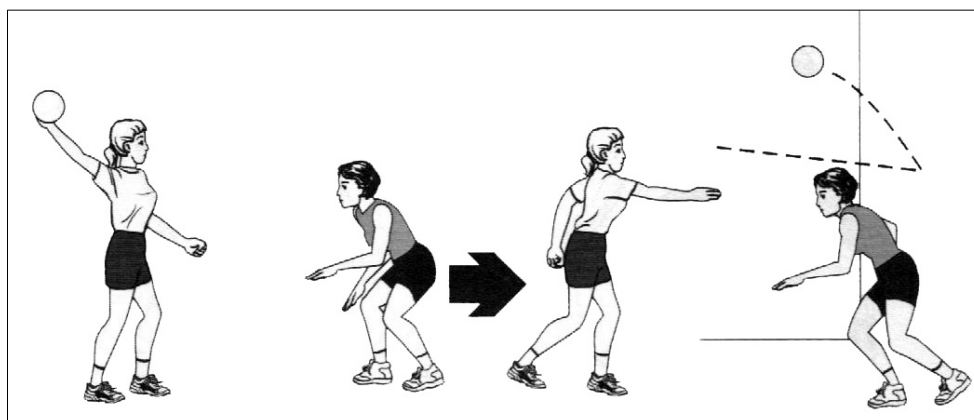
Vadeči stoji pred pomočnikom in mu kaže hrbet. Pomočnik vrže žogico pred vadečega, ki jo poskuša ujeti po enem odboju (odboj je dražljaj) (slika 18). Težavnost se lahko spreminja z dolžino, višino in hitrostjo meta žogice. Žogica je lahko teniška, odskočna z neenakomerno površino (hitrost izbirnega odzivanja), lahko pa tudi košarkarska.



Slika 18: primer metanja žoge pred vadečega izza hrba (prirejeno po: Brown, Ferrigno in Santana, 2000).

Metanje žogice partnerju ob steno

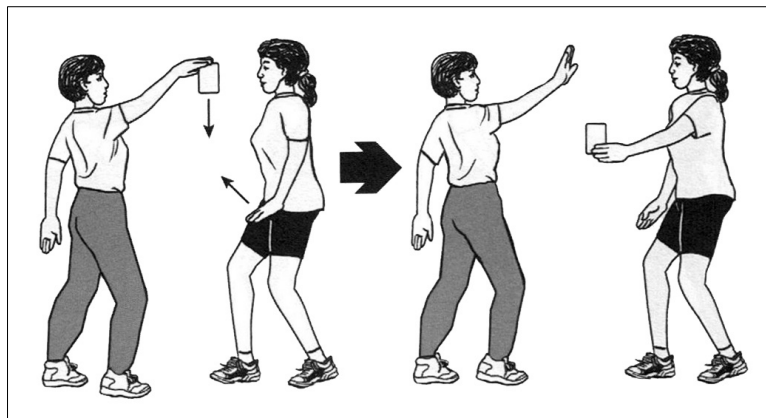
Pomočnik stoji pred vadečim, čelno, vadeči kaže hrbet steni. Pomočnik vrže žogo v steno. Ko se odbije ob tla, se vadeči odzove in jo poskuša čim prej ujeti (slika 19). Nalogo se lahko oteži z močnejšim metom v steno, lahko tudi z odskočno žogico z neenakomerno površino (hitrost izbirnega odzivanja).



Slika 19: primer metanja žogice partnerju ob steno (Brown, Ferrigno in Santana, 2000).

Lovljenje žogice iz partnerjeve roke

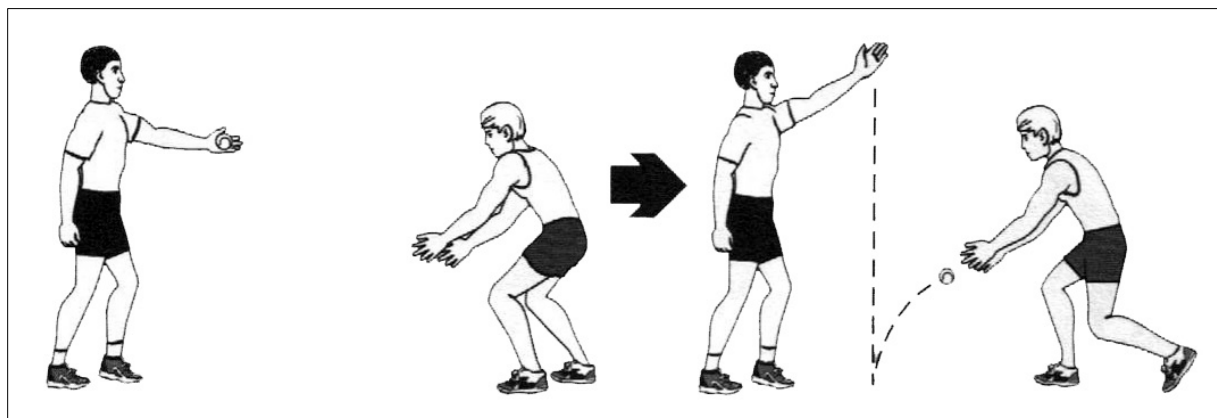
Vadeča stojita obrnjena eden proti drugemu, čelno, na kratki oddaljenosti. Tisti, ki vadi hitrost odzivanja, ima roke spuščene in sproščene ob telesu. Drugi drži žogico v eni roki, ki je v odročanju pokrčeno. Spušča mu žogico iz rok proti tlam. Vadeči poskuša preprečiti, da se žogica dotakne tal s tem, da jo ujame. Namesto žogic lahko uporabimo karte (slika 20).



Slika 20: primer spuščanja karte z 1 roko (hitrost enostavnega odzivanja), različica te vaje sta lahko karti v obeh rokah (hitrost izbirnega odzivanja) (Brown, Ferrigno in Santana, 2000).

Lovljenje žogice iz partnerjeve roke na daljši razdalji

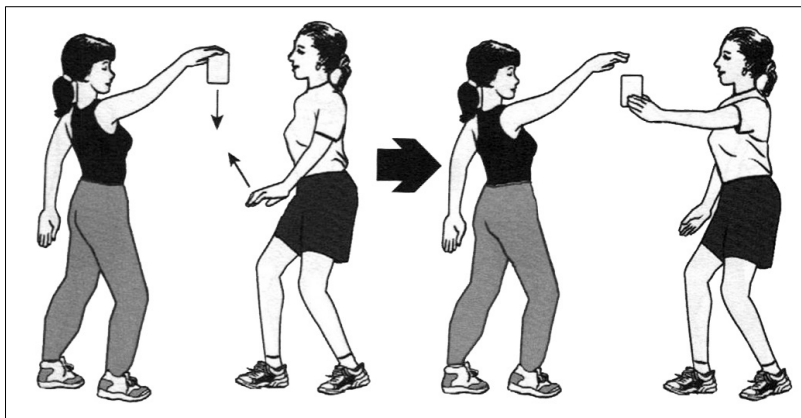
Vadeča stojita obrnjena eden proti drugemu, na daljši razdalji (npr. 4 m). Pomočnik vadečega stoji v odročenu (ali predročenu) pokrčeno. Ko spusti žogico, se mora vadeči pravočasno odzvati in ujeti žogico, še preden se drugič odbije od tal (slika 21).



Slika 21: primer lovljenja žogice iz partnerjeve roke po odboju na daljši razdalji (Brown, Ferrigno in Santana, 2000).

Izmikanje žogice

Položaj je enak kot pri lovljenju žogice iz partnerjeve roke, le da sta vlogi obrnjeni. Vadeči je tokrat tisti, ki drži žogico (karto) v rokah. Partner mu jo poskuša vzeti iz rok, zato mora pravočasno izmakniti roko (slika 22).



Slika 22: primer izmikavanja žogice (Brown, Ferrigno in Santana, 2000).

II. Hitrost izbirnega odzivanja

Lovljenje žogic iz partnerjevih rok

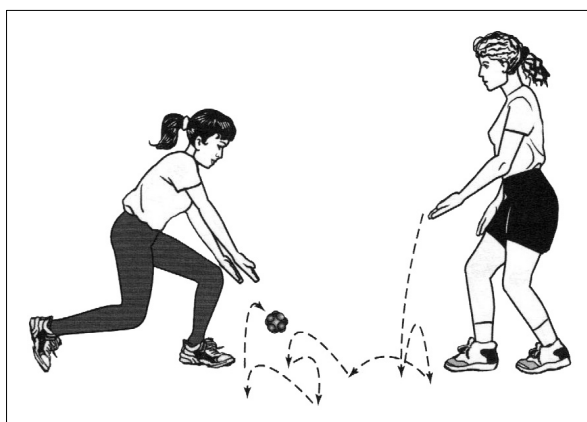
Enaka vaja kot za hitrost enostavnega odzivanja (slika 20, str. 39). Pomočnik drži 2 žogici v rokah, ki sta v odročanju pokrčeno. Vadečemu spušča žogice iz rok proti tlam, vendar vadeči ne ve, iz katere roke mu jo bo spustil.

Lovljenje žogic iz partnerjevih rok po odboju na daljši razdalji

Enaka vaja kot za hitrost enostavnega odzivanja (slika 21, str. 39). Vadeča stojita obrnjena eden proti drugemu na daljši razdalji (npr. 4 m). Pomočnik vadečega stoji enako kot v prejšnji nalogi, v odročanju pokrčeno. Ko spusti eno izmed žogic, se mora vadeči pravočasno odzvati in ujeti žogico, še preden se drugič odbije od tal.

Lovljenje žogice z neenakomerno površino

Tu gre za lovljenje odskočne žogice. Lahko se izvaja posamično ali v paru. Vadeči si vrže žogico z neenakomerno obliko predse in ne ve, kam se bo odbila pri stiku s tlemi. Ko se žogica odbije, se poskuša vadeči čim hitreje odzvati in jo ujeti (slika 23). To lahko oteži, da je obrnjen stran od žogice, ob slušnem (zvok odboja) ali vidnem (odboj) dražljaju pa se odzove in jo poskuša ujeti.



Slika 23: primer lovljenja odskočne žogice z neenakomerno površino (Brown, Ferrigno in Santana, 2000).

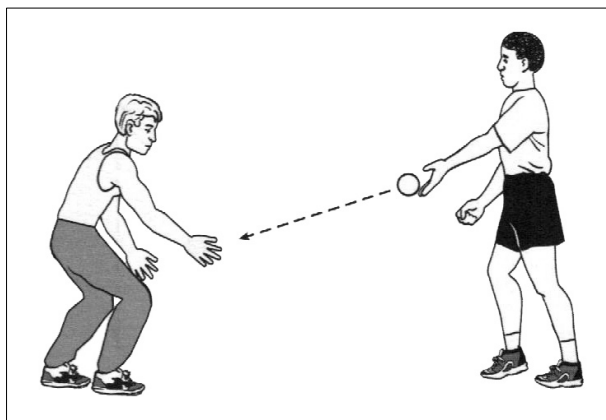
Odzivanje z različnimi okončinami

Osnovna različica je ta, da pomočnik meče vadečemu žogico ali žogo v različne smeri. Tista okončina, ki je bližje, s tisto ujame ali odbije žogo, odvisno od hitrosti leta (slika 24). Težavnost se povečuje s povečevanjem hitrosti leta žoge.

Druga različica te vaje je, da pomočnik po metu izgovori, ali vrsto okončine (roka ali noga) ali pa stran telesa (leva, desna). Tisto, katero izgovori, s tisto mora vadeči ujeti oz. odbiti žogo. Težavnost se poleg hitrosti leta žoge poveča s kombinacijo izgovarjanja vrste okončine in strani okončine (npr. desna noga).

Tretja različica je podobna prejšnjim, le da se vse izvaja na vidni dražljaj. Pomočnik po metu dvigne roko, s katero stranjo telesa se mora vadeči odzvati (npr. leva roka pomeni levo stran telesa, vadeči lahko izbira med roko in nogo). Prav tako lahko pomočnik naredi krettnjo ali z roko ali z nogo, temu primerno se mora odzvati vadeči (npr. če pomočnik premakne nogo, mora vadeči odbiti žogo z nogo).

Težavnost pri tej vaji se lahko poveča še na ta način, da pomočnik zakasni z znakom (npr. pokaže, tik preden se žoga dotakne vadečega).



Slika 24: primer odzivanja z okončino (Brown, Ferrigno in Santana, 2000).

III. Hitrost izločevalnega odzivanja

V levo da, v desno ne

Vajo lahko izvaja vadeči sam ali s partnerjem. Odskočno žogico z neenakomerno površino si vrže predse (slika 23, str. 40). Če se žogica po prvem odboju odbije v levo smer glede na vadečega, se odzove tako, da jo čim hitreje ujame, če se odbije v desno, se ne odzove.

b) Specialna

I. Hitrost enostavnega odzivanja

Posnemanje partnerja – pospeševanja in zaviranja

Enaka naloga brez žoge. Tisti, ki izvaja gibanje, ga izvaja z vodenjem žoge v smeri naprej, partner ga posnema, prav tako z žogo.

Dotikanje žoge (Erčulj in Dežman, 2004)

Vadeča sta v preži, obrnjena drug proti drugemu, čelno. Igralec brez žoge se z rokama drži za boke in skuša z levo ali desno roko rahlo udariti po žogi, ki jo drugi igralec drži z iztegnjenimi rokami pred seboj (slika 25). Žogo lahko drugi igralec s pritegom proti sebi izmakne. Vadeča sta med seboj oddaljena toliko, da se igralec brez žoge lahko z iztegnjenimi rokami še dotakne žoge.



Slika 25: primer dotikanja žoge (Erčulj in Dežman, 2004).

II. Hitrost izbirnega odzivanja

Sledenje žogi z rokami (Erčulj in Dežman, 2004)

Prvi igralec ima žogo, drugi stoji en meter oddaljen od njega. Obrnjena sta drug proti drugemu, čelno. Prvi prenaša žogo v različne košarkarske položaje (npr. nad glavo, ob koleno, ob bok ipd.), drugi mora čim hitreje slediti žogi (slika 26).



Slika 26: primer sledenja žogi z rokami (Erčulj in Dežman, 2004).

Posnemanje blokiranja, prestrezanja in izbijanja žoge (Erčulj in Dežman, 2004)

Igralec z žogo, ki posnema delo napadalca, stoji v napadalni preži (visoki) in posnema met ali podajo. Obrambni igralec se odzove glede na gibanje napadalca. Če nakaže met, dvigne roke (posnemanje oviranja meta, slika 27). Če nakaže podajo, obrambni posnema prestrezanje žoge z eno roko. Če pa napadalec spusti žogo pod višino pasu, obrambni posnema izbijanje žoge z eno roko.



Slika 27: primer posnemanja oviranega meta (Erčulj in Dežman, 2004).

Posnemanje blokiranja meta z mesta in iz skoka (Erčulj in Dežman, 2004)

Vadeča sta obrnjena drug proti drugemu, čelno in približno pol metra narazen. Napadalec z žogo posnema dva meta: pri prvem dvigne žogo nad glavo v položaj za met z mesta; pri drugem se še sonožno odrine (met iz skoka). Na prvi met se obrambni igralec odzove z dvigom rok, ki jih položi na žogo, na drugega pa s skokom, eno roko položi na žogo (slika 28).



Slika 28: primer posnemanja blokiranja meta z mesta in iz skoka (Erčulj in Dežman, 2004).

Skok za odbito žogo (Erčulj in Dežman, 2004)

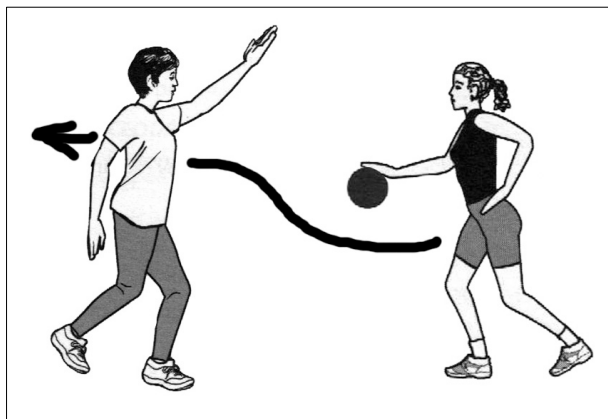
Igralec z žogo meče na koš s položaja branilca. Obrambni igralec stoji v sredini pravokotnika (tj. območje rakete), obrnjen proti napadalcu. Po metu se takoj obrne proti košu (slika 29) in skoči za odbito žogo. Skušna preprečiti dotik žoge s tlemi. Gibalni nalogi lahko dodamo tudi napadalčev poskus skoka za žogo, v tem primeru mora obrambni igralec zagradi in mu s tem preprečiti dostop do žoge.



Slika 29: primer skoka za odbito žogo (Erčulj in Dežman, 2004).

Sprememba smeri na znak z možnostjo menjave

Igralca sta obrnjena drug proti drugemu, čelno. Eden je v obrambi (brez žoge), drugi v napadu. Napadalec vodi žogo na mestu s poljubno roko in čaka na dražljaj obrambnega. Obrambni dviguje roke v odročenje (dražljaj). Če dvigne levo roko, gre napadalec mimo njegove leve strani (slika 30). Če dvigne desno roko, gre napadalec mimo njegove desne strani. Če napadalec odbija žogo na strani odročene roke obrambnega, menjava ni potrebna, če vodi na nasprotni strani, pa mora narediti hitro menjavo (najpogosteje spredaj). Kasneje lahko povežemo gibalno nalogo tudi z zaključkom na koš in z dodatnim obrambnim igralcem v okolici koša.



Slika 30: primer spremembe smeri na znak (prirejeno po: Brown, Ferrigno in Santana, 2000).

Netočne podaje v dvojici (Erčulj in Dežman, 2004)

Igralca sta obrnjena drug proti drugemu, čelno. Razmahnjena sta približno 4 metre. Eden podaja, drugi lovi žogo. Podajalec podaja netočne podaje (previsoko, prenizko, levo, desno ipd.). Vadeči brez žoge poskuša žogo čim hitreje ujeti in jo točno podati nazaj. Za otežitev lahko dodamo tudi varanje podaje. Vajo lahko otežimo tako, da je sprejemalec žoge obrnjen v smeri, da kaže podajalcu hrbet (slika 31). Obrne se na znak (pisk, udarec po žogi, vzklik) in čim hitreje ulovi podajo.



Slika 31: primer netočnih podaj v dvojici (Erčulj in Dežman, 2004).

»Dol-gor« (klip-klop) (Erčulj in Dežman, 2004)

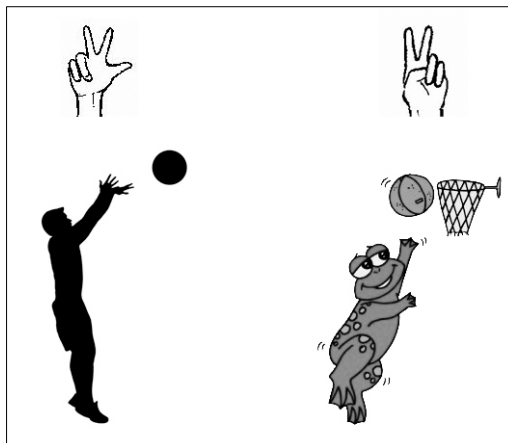
Igralca sta obrnjena drug proti drugemu na razdalji približno 4 metrov. Poleg njiju stoji trener oz. vaditelj, ki glasno vzklika »dol« ali »gor«. Vnaprej se dogovorijo, kateri igralec posluša vzklike (npr. desni od trenerja). Če reče »gor«, igralec poda neposredno izpred prsi, če reče »dol« igralec poda žogo z odbojem od tal. Soigralec se mu mora hitro prilagoditi. Ko trener reče »gor«, to pomeni za soigralca ravno obratno in poda žogo z odbojem od tal (slika 32). Otežimo lahko tudi z izrazi »klip« in »klop«.



Slika 32: primer podaj na znak »dol-gor« (klip-klop) (Erčulj in Dežman, 2004).

Met ali prodor

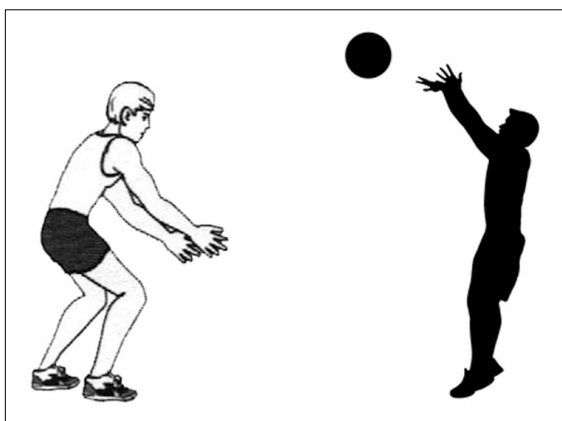
Vadeči začne nalogo s sredine igrišča z vodenjem žoge proti košu. Trener mu par korakov pred razdaljo treh točk pokaže znak za nalogo, ki jo mora izpeljati, npr.: če pokaže tri prste, mora igralec takoj metati na koš za 3 točke; če pokaže dva prsta, mora igralec v prodor (slika 33).



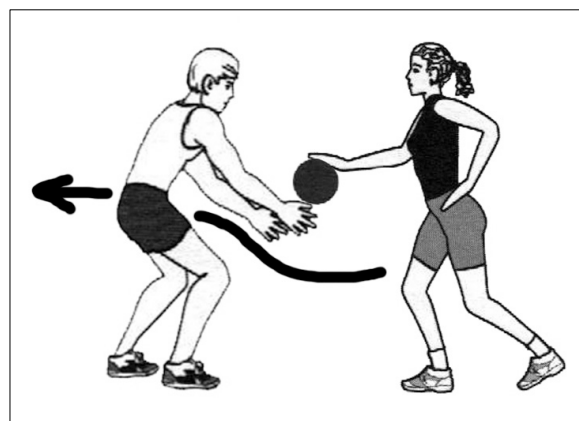
Slika 33: primer meta na znak tri ali prodora na znak dva.

Približujoči se obrambni igralec

Vadeči začne s sredine igrišča. Z druge strani se mu približuje obrambni igralec. Vadeči se odzove glede na oddaljenost obrambnega igralca. Npr.: če je obrambni igralec predaleč, se odloči za met (slika 34); če je obrambni igralec preblizu, se odloči za met ali polaganje po prodoru (slika 35).



Slika 34: primer meta, če je obrambni igralec predaleč
(prirejeno po: Brown, Ferrigno in Santana, 2000).

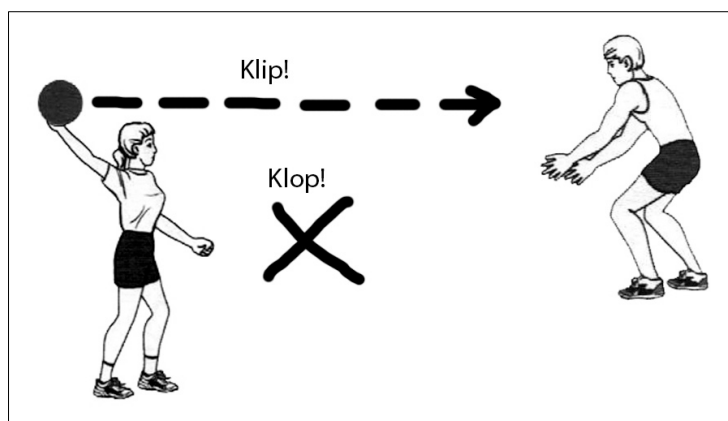


Slika 35: primer prodora, če je obrambni igralec preblizu
(prirejeno po: Brown, Ferrigno in Santana, 2000).

III. Hitrost izločevalnega odzivanja

»Dol-gor« (klip-klop) (Erčulj in Dežman, 2004)

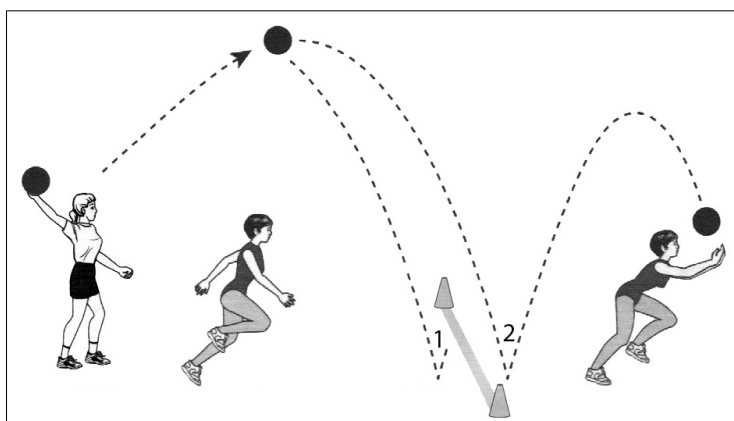
Enaka naloga kot pri hitrosti izbirnega odzivanja (slika 32, str. 45), le da se tu na znak »klip« igralec odzove s podajo, na znak »klop« pa se ne sme (slika 36).



Slika 36: primer podaje na znak "klip" ali brez odziva na znak "klop" (prirejeno po: Brown, Ferrigno in Santana, 2000).

Metanje žoge blizu črte

Vadeči je pripravljen na znak. Po metu žoge pomočnika visoko v zrak, se vadeči v trenutku, ko se žoga dotakne tal, odloči, glede na njen položaj, ali se bo odzval ali ne. Npr.: če se odbije pred črto (slika 37, primer št. 1), se vadeči ne odzove, če pa se odbije za črto (slika 37, primer št. 2) vadeči poskuša ujeti žogo pred drugim odbojem. Zatem lahko nadaljuje zaključek proti košu, lahko se doda obramba ipd.



Slika 37: primer metanja žoge blizu črte oz. označenega prostora (prirejeno po: Brown, Ferrigno in Santana, 2000).

2.1.6.2 Vadba aktivacije

Vadbo mišične aktivacije lahko opravljamo z različnimi metodami (tabeli 1 in 2). Z mišično aktivacijo izboljšamo predvsem živčne dejavnike povečanja moči (Justin, 2005). Živčni dejavniki povečanja moči se nanašajo na koordinacijo mišične aktivnosti preko centralnega živčnega sistema. Ločimo znotrajmišično (aktiviranje posameznih mišičnih vlaken) in medmišično koordinacijo (vključevanje več mišic in oblikovanje gibanja) (Zatsiorsky, 1995; Fajon, 2007; v Zazvonil, 2009; Zatsiorsky in Kraemer, 2006). Justin (2005) je ugotovil, da vadba maksimalne moči iztegovalk komolca pozitivno vpliva tudi na natančnost zadevanja koša (merjen je bil met za tri točke).

Pri maksimalnih mišičnih napreznjih (tabela 1) je največji učinek, če vadimo z veliko mišično maso. Vključene morajo biti torej velike mišične skupine. Primeri vaj so: počep, potisk iz prsi, potisk na nožni preši, mrtvi dvig in ostale vaje z olimpijskim drogom.

Vadba aktivacije v moštvenih športih z žogo navadno poteka v predtekmovalnem in tekmovalnem obdobju, kar je odvisno od urnika tekmovanja.

METODE AKTIVACIJE ⁴⁴												
Maksimalna mišična naprežanja						Měšana metoda	Reaktivne metode					
Naprežanje	Koncentrično ⁴⁵	Kovazimaksimalna	Maksimalna koncentrična	Maksimalna izometrična	Maksimalna ekscentrična		Maksimalna ekscentrično-koncentrična	Metoda hire moči	Poskoki	Skoki	Globinski skoki	Poskoki z bremenii
	Koncentrično ⁴⁵	X	X				X	X	X	X	X	X
	Ekscentrično ⁴⁶					X	X		X	X	X	X
Izometrično ⁴⁷				X								
Eksplozivni tempo	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	
Breme (%) ⁴⁸	90	100	100	130-150	70-90	35-50	Brez	Brez	Brez	Izmeri		
Ponovitve	3-6	1	2	5	6-8	5-7	6-12	6-10	6	6-8		
Serije	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	3	3	3-5	3		
Trajanje (s)			4-6									
Odmor (min)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
Odmor med vadbami	24-36 UR											
Tedenska obremenitev	3-4 vadbene enote											
Trajanje vadbe	1-2 meseca											

Tabela 1: prikaz metod za povečanje mišične aktivacije (povzeto po: predavanja prof. Vojka Strojnika, 2010, 2011).

⁴⁴ Metode, ki vplivajo predvsem na aktivacijo živčno-mišičnega sistema in manj na sestavo mišice.

⁴⁵ Mišično naprežanje, ko se mišica skrajšuje (Kališnik M. , 2004).

⁴⁶ Mišično naprežanje, ko se mišica zaradi večje zunanje sile podaljšuje (Kališnik M. , 2004).

⁴⁷ Mišično naprežanje, ko se dolžina mišice ne spreminja.

⁴⁸ Odstotek od največje teže bremena, ki ga lahko vadeči še dvigne.

Sprinterska metoda aktivacije (tabela 2) predstavlja kratke sprinte z ekstenzivnimi odmori (nad 1 minuto). Sprinti so lahko na vidni, slušni ali čutni dražljaj, lahko gre tudi za hitrost izbirnega odzivanja (npr. na različen dražljaj različna smer sprinta).

SPRINTERSKA METODA AKTIVACIJE	
Dolžina sprinta	5-20 metrov ali 2-3 sekunde
Število ponovitev	5-15
Število serij	2-3
Odmor med ponovitvami	1-2 minuti
Odmor med serijami	3-5 minut
Odmor med vadbami	24-36 UR
Tedenska obremenitev	3-4 vadbene enote
Trajanje vadbe	1-2 meseca

Tabela 2: osnovna načela za povečanje mišične aktivacije s sprintersko metodo (povzeto po: predavanja prof. Milana Čoha; Bompa in Hafl, 2009).

2.1.7 Računalniške igre, naprave z zasloni na dotik

Akcijske računalniške igre (npr. Halo, Unreal Tournament, Grand Theft Auto, Call of Duty ipd.) zahtevajo hitro obdelavo informacij in visoko hitrost odzivanja. Igralci morajo izvajati hitre in natančne odločitve, če želijo biti v igrah uspešni proti računalniku ali nasprotnikom (Dye, Green in Bavelier, 2009).

Ugotovljeno je bilo, da imajo izkušeni igralci akcijskih računalniških iger prepričljivo krajše odzivne čase od začetnikov. Pri krajšem odzivnem času naj bi se natančnost zmanjšala, vendar je raziskava pokazala, da imajo izkušeni igralci kljub krajšemu odzivnemu času enako število napak kot začetniki (Dye, Green in Bavelier, 2009). Raziskave (Clark idr., 1987; Green, 2008; v Dye, Green in Bavelier, 2009) so pokazale, da akcijske računalniške igre lahko povečajo hitrost odzivanja, predvsem hitrost enostavnega odzivanja na vidni in slušni dražljaj.

V 9 tednih so nastale razlike tudi pri začetnikih. Izboljšali so odzivni čas za 13 %, medtem ko kontrolna skupina, ki akcijskih iger ni igrala, le za 6 %. Tudi v tem preizkusu se število napak ni razlikovalo od tistih pred začetkom igranja iger (Dye, Green in Bavelier, 2009). Vsa izboljšanja odzivnega časa so povezana z izboljšanimi rezultati testov kognitivnih sposobnosti (Conway, Cowen, Bunting, Therriault in Minkoff, 2002, v Dye, Green in Bavelier, 2009). Dye in drugi (2009) so v svojem eksperimentu določili časovno obdobje igranja 50 ur v obdobju 9 tednov, kar dnevno znaša slabo uro na dan, če so vštetni vsi dnevi v tednu. Ta podatek poudarjam, ker mora biti trajanje igranja računalniških iger časovno primerno dolgo z dovolj dolgimi vmesnimi odmori.

S pojavom naprav z zasloni na dotik (tablični računalniki, pametni mobilni telefoni ipd.) se je začelo programiranje iger, ki so tem napravam prilagojene. Med kopico iger se najdejo tudi igre hitrosti odzivanja. Primer je igra »2 Player Reactor« (Baumgarten, 2009). Igra je tekmovanje med 2 ali 4 igralci v hitrosti odzivanja. Igralci opravljajo različna opravila (npr. preverjanje pravega zaporedja abecede, preverjanje ujemanja barve besedila z imenom barve, preverjanje pravilnosti glavnih mest in držav ipd.) in tekmujejo, kdo prej pritisne na svoj del zaslona (slika 38). Obstajajo tudi aplikacije, katerih funkcija je le merjenje odzivnega časa na vidni ali slušni dražljaj (npr. aplikacija Reaction test, avtor Richard Lyttle), največkrat preprostega.



Slika 38: primer naloge v igri "2 player reactor" – igralca morata biti pozorna na pojavitev 3 krogov v vrsti in čim hitreje pritisneta svoje območje (svetlo sivo, med besedo player in vprašanjem), ko se to zgodi (Baumgarten, 2009).

2.2 DIAGNOSTIKA HITROSTI ODZIVANJA

2.2.1 Zakaj testirati?

Testiranja pripomorejo, da športniki in njihovi trenerji (in ostali športni strokovnjaki) opazijo športnikovo gibalno nadarjenost in hkrati tudi učinke treniranja (napredek). Rezultati testiranj pokažejo, katerim gibalnim sposobnostim je potrebno dati večji poudarek pri telesni pripravi. Osnovna testiranja (na začetku vadbenega procesa) so potrebna za lažjo postavitev ciljev (Baechle in Earle, 2008). Za načrtovanje vadbe so testiranja nujno potrebna (Bompa in Haff, 2009).

Nekatera testiranja je potrebno izvajati pogosteje, še posebej v tistih športih, ki predstavljajo visoke napore za športnikovo telo. S pomočjo testiranj lahko natančneje določimo trajanje odmora, ki ga potrebuje športnik za obnovo telesa in posledično napredek v gibalnih sposobnostih.

Velik delež športnikov (okoli 7-20 %) doživi znake pretreniranosti⁴⁹ (Mackinnon in Hooper, 2000, v Bompa in Haff, 2009). Preverjanja, ki se najpogosteje uporabljajo pri preprečevanju tega pojava, so vprašalniki, dnevniki vadbe, fiziološka testiranja (Hopkins, 1991, v Meeusen in drugi, 2006) in pa tudi psihološka testiranja (Berglund in Safstrom, 1994; Hooper idr., 1995; Hooper

⁴⁹ Zmanjšana sposobnost vadbe (Kališnik T., 2011), ki je posledica neravnovesja med vadbo in počitkom, pojav lahko traja najmanj nekaj dni, lahko več mesecev (Ušaj, 1996); izpostavljanje športnika visoki intenzivnosti v času utrujenosti (Bompa, 1990); dolgoročno zmanjšanje športnikovih sposobnosti kot posledica kopičenja vadbe in psihofizičnih obremenitev v času počitka (Kreider, Fry in O'Toole, 1998, v Bompa in Haff, 2009); imenovan tudi sindrom preobremenjenosti oz. pretreniranosti.

in McKinnon, 1995; McKenzie, 1999; Raglin idr., 1991; Urhausen idr., 1998; Morgan idr., 1988; Kellmann, 2002; Steinacker idr., 2002; v Meeusen in drugi, 2006), kamor spada hitrost odzivanja⁵⁰. **Nederhof in sodelavci (2006) so mnenja, da je testiranje hitrosti odzivanja, kot sredstva za zgodnjo ugotovitev znakov pretreniranosti, obetajoče.**

Vsako preverjanje gibalne sposobnosti mora imeti test, ki ustreza trem zahtevam (Smith, Norris in Hogg, 2002, v Bompia in Haff, 2009): **veljavnost** (rezultat izpolnjuje cilj merjenja), **zanesljivost** (ponovljivost) in **povezava z izbranim športom** (rezultati testa kažejo pripravljenost vadečega v določenem športu). Testiranje odzivnega časa (hitrosti odzivanja) je natančen in objektivni način vrednotenja kognitivnega in gibalnega delovanja telesa (Milner, 1986; Turhanoglu in Beyazova, 2006; v Ozyemisci-Taskiran, Gunendi, Bolukbasi in Beyazova, 2008).

Ghuntla, Mehta, Gokhale in Shah (2012) trdijo, da je hitrost odzivanja dober pokazatelj sposobnosti v športih hitrega odzivanja, kot je košarka.

2.2.2 Laboratorijski testi

Začetki diagnostike v ekipnih športih segajo v 20. leta prejšnjega stoletja. Takrat je znani ameriški športni psiholog Coleman Griffith opazoval ameriške košarkarje in nogometaše (Green, 2003), med drugim je v laboratorijih Univerze Illinois meril tudi odzivne čase z različnimi orodji, pripomočki in napravami ter ugotavljal, kako je hitrost odzivanja povezana z mišično obremenitvijo, napetostjo in sproščenostjo (Griffith, 1930, v Harvey, Beauchamp, Saab in Beauchamp, 2011).

Velika prednost laboratorijskih in računalniških testov je njihova točnost, saj lahko izmerijo odzivni čas na ravni milisekunde⁵¹. Njihova negativna lastnost je finančni vidik, laboratorijske meritve so za posameznika relativno drage⁵² (Eckner, Kutcher in Richardson, 2010).

1. Hitrost odzivanja na tenziometrijski plošči

Tenziometrijska plošča (TP) je naprava, ki meri silo reakcije podlage v odvisnosti od časa. Je zelo natančen instrument, saj še tako majhen premik zazna kot spremembo sile. Nekatere tenziometrijske plošče so prenosljive, tako da se lahko meritev izvede v športu podobnih okoliščinah (npr. košarkarsko igrišče).

Test hitrosti odzivanja na tenziometrijski plošči (slika 39) je preprost, časovno dosti manj zahteven od ostalih laboratorijskih testov. Merjenec stoji na tenziometrijski plošči v preži, kot je vidno na sliki 40. Nato doda še roke; Dežman (2004) to opisuje: roke pokrči v komolcih, podlahti pomakne naprej, dlani obrne navzgor (slike 41, 42 in 43).

S testom lahko merimo hitrost enostavnega in sestavljenega odzivanja. Ker v košarki prevladujejo vidni dražljaji, je tudi testiranje hitrosti odzivanja najbolj smiselno na vidni dražljaj, v tem primeru na vklop lučke (L). Diagnostika hitrosti enostavnega odzivanja poteka le ob eni lučki

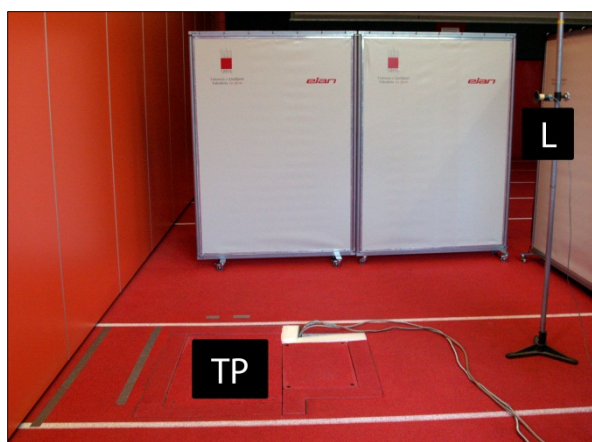
⁵⁰ V tuji literaturi imenovana tudi psihomotorična hitrost (Nederhof, Lemmink, Visscher, Meeusen in Mulder, 2006).

⁵¹ 1 milisekunda je 0,001 sekunde.

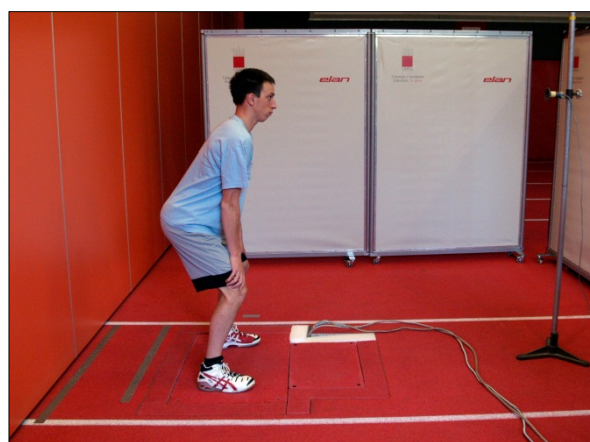
⁵² Grindel (2006, v Eckner, Kutcher in Richardson, 2010) omenja ceno računalniških meritev živčno-psiholoških sposobnosti v višini okoli 700 ameriških dolarjev (približno 560 €) na osebo.

(sliki 41 in 43), medtem ko hitrost sestavljenega odzivanja (predvsem izbirnega) merimo z dvema lučkama (po možnosti različnih barv) ali več. Osnovni položaj v napadu igralca z žogo imenujemo položaj treh nevarnosti, igralec ima na voljo možnost meta, prodora in podaje. Temu primerno mora biti na vse tri nevarnosti pozoren obrambni igralec. Pri diagnostiki bi lahko to pomenilo odziv na tri različne dražljaje s tremi različnimi gibalnimi odgovori (npr. leva lučka – korak v preži v levo stran; srednja lučka – navpični skok; desna lučka – korak v preži v desno stran). Pomembno je, da je čas od začetka merjenja do pojavitve dražljaja (vklop lučke) med posameznimi meritvami različen. Merjenec lahko s tenziometrijske plošče stopi le z eno nogo (slika 44) ali pa z obema s skokom (slika 45).

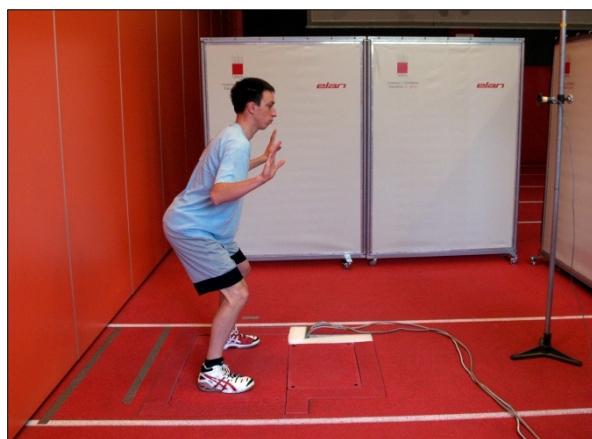
Med testiranjem se izriše krivulja sile reakcije podlage (F) v odvisnosti od časa (t). Slika 46 prikazuje krivuljo enega merjenja hitrosti odzivanja, opisanega v prejšnjih dveh odstavkih.



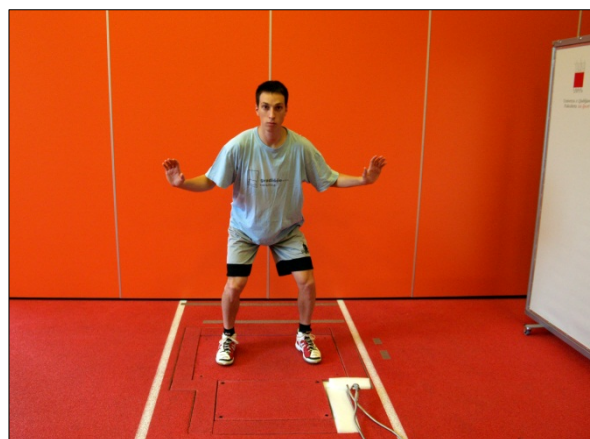
Slika 39: prostor merjenja; TP označuje tenziometrijsko ploščo, L pa lučko nad črko (vidni dražljaj).



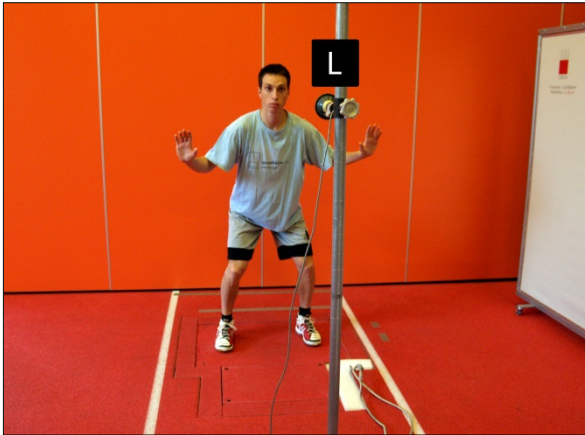
Slika 40: osnovni položaj košarkarske preže; noge v širini ramen (slika 42), roke so iztegnjene in uprte nad kolenom.



Slika 41: osnovni položaj košarkarske preže s pokrčnimi rokami (bočno).



Slika 42: osnovni položaj košarkarske preže z rokami (čelno).



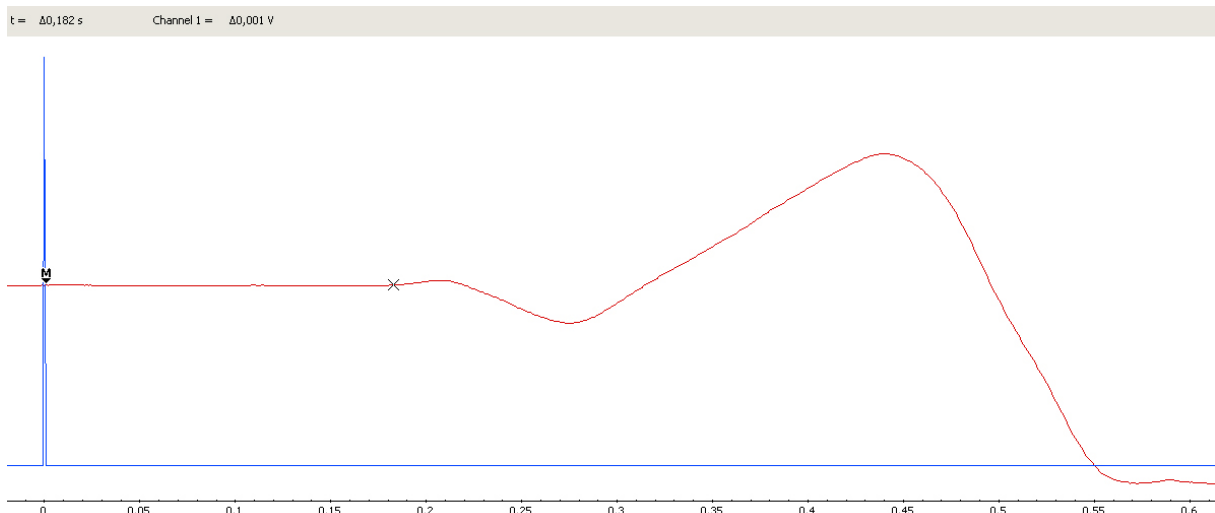
Slika 43: osnovni položaj košarkarske preče z rokami z lučko, ki je pod črko L (čelno).



Slika 44: odziv na dražljaj (lučka); stopanje s tenziometrijske plošče z eno nogo.



Slika 45: odziv na dražljaj (lučka); stopanje s tenziometrijske plošče z obema nogama (s skokom).



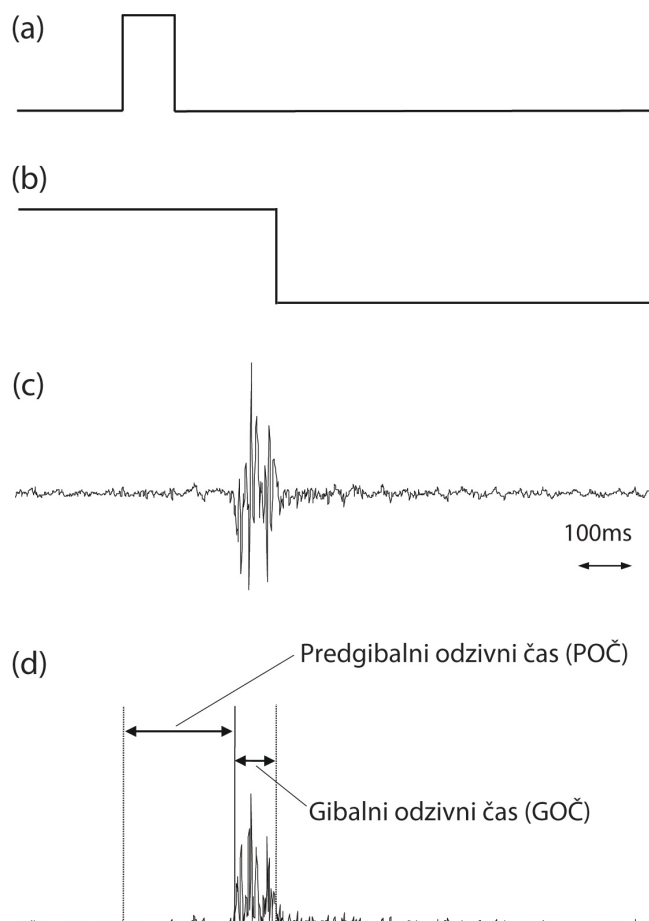
Slika 46: posnetek sile – krivulja rdeče barve (F), ki je delovala na tenziometrijsko ploščo v odvisnosti od časa (t). Črka M (marker) pomeni začetek merjenja (od pojava dražljaja – linija modre barve), križec (X) pa konec merjenja odzivnega časa (začetek gibanja oz. sprememba sile) (posnetek zaslona računalnika v laboratoriju za kineziologijo na Fakulteti za šport v Ljubljani).

Ob predstavitvi osnovnega laboratorijskega testa na tenziometrijski plošči se mi porajajo različna vprašanja hitrosti odzivanja. Sprašujem se, kdaj ima košarkar najvišjo hitrost odzivanja – ko je v košarkarski preži na prstih ali je to takrat, ko je na celemu stopalu. Prav tako bi bile potrebne raziskave, da se ugotovi razlike v hitrostih odzivanja pri gibih v levo in v desno stran (ali naprej, nazaj, poševno ipd.) s prisunskimi koraki.

Zanimivo bi bilo izmeriti tudi razlike v hitrosti odzivanja igralca pri različnih tehnikah prehoda v vodenje (test z žogo) ali pa primerjava hitrosti odzivanja v različnih gibalnih nalogah med različnimi ciljnimi skupinami (npr. starejši, mlajši; višji, manjši; nižja, višja raven igranja; glede na igralne položaje).

2.2.2.1 EMG

Elektromiografija (EMG) je metoda, ki zazna električne spremembe v mišicah (Pogačnik, 2005). Lahko se meri z igelnimi (v mišici) ali površinskimi elektrodami (preko kože). Primer merjenja odzivnega časa z elektromiografijo prikazuje slika 47 (Ando, Yamada, Tanaka, Oda in Kokubu, 2009). V tem primeru je bil prisoten vidni dražljaj (hitrost enostavnega odzivanja). Merjenec je tiščal dogovorjen gumb. Ko se je pojavil dražljaj, se je poskušal čim hitreje odzvati tako, da je gumb spustil.



Slika 47: prikaz EMG posnetka predgibalnega in gibalnega časa. (a) časovna umestitev vidnega dražljaja; (b) spustitev gumba; (c) primer EMG-ja hitrosti odzivanja ob pojavu vidnega dražljaja; (d) poravnan EMG posnetek – leva navpična prekinjena črta predstavlja pojav vidnega dražljaja, srednja neprekinjena črta predstavlja začetek mišične aktivnosti, desna prekinjena črta pa predstavlja spustitev gumba (začetek gibalnega odziva); puščice kažejo obdobja predgibalnega in gibalnega odzivnega časa (povzeto po: Ando, Yamada, Tanaka, Oda in Kokubu, 2009).

Postopek meritve z elektromiografijo je dolgotrajen glede na ostale načine merjenja hitrosti odzivanja. Če pa hočemo dobiti podatke o posamezni mišici in njeni hitrosti odzivanja, je to najbolj natančna meritev. Meritev EMG-ja lahko poteka tudi v specifičnih okoliščinah (prenosni EMG), vendar mora merjenec imeti po telesu speljane kable s priključenimi elektrodami, lahko je moteče pri izvajanju gibanja.

2.2.2.2 Video analiza

Hitrost odzivanja (odzivni čas) lahko merimo tudi preko video posnetka. Dobro je, če je videokamera sposobna zajemati vsaj 100 sličic na sekundo, da so merjenja razmeroma točna. Preprosti digitalni fotoaparati navadno lahko posnamejo le do 30 sličic na sekundo, to merjenje pa bi bilo premalo natančno. Kljub temu sem v raziskavah (Pavely, Adams, Di Francesco, Larkham in Maher, 2009, 2010) zasledil merjenje hitrosti odzivanja s kamero, ki je sposobna zajeti 25 sličic na sekundo. Dobljene rezultate (trajanje odzivnih časov so merili tako, da so preštevali skupno število sličic) so pomnožili z vrednostjo 0,04 in tako dobili vrednosti odzivnega časa (v sekundah). Menim, da obstaja možnost merjenja približnih vrednosti hitrosti odzivanja s kamero, sposobno le 25 sličic na sekundo, vendar le hitrost sestavljenega odzivanja, saj pride pri merjenjih do večjih razlik med odzivnimi časi.

Pri video analizi se najlažje meri hitrost odzivanja na vidni dražljaj, le-ta mora biti viden na posnetku. Merimo od začetka pojava dražljaja do začetka gibanja.



Slika 48: primer profesionalne kamere (Olympus i-SPEED PL) z možnostjo zajema gibanj visokih hitrosti (nekatero kamere tudi do milijon sličic na sekundo) v visoki ločljivosti. Cena: vrednost večjega osebnega avtomobila (i-SPEED PL, 2012).

Profesionalne kamere z možnostjo zajema visokih hitrosti (slika 48) so trenerjem oz. športnim strokovnjakom finančno težje dosegljive. Že nekaj časa obstajajo na trgu malo boljše kompaktni digitalni fotoaparati, ki so sposobni zajeti več kot 100 sličic na sekundo (slika 49). Njihova težava je, da se s povečanjem vrednosti zajetih sličic na sekundo krepko zmanjša ločljivost video posnetka. Predmeti, ki so od kamere oddaljeni, so na posnetku slabo vidni. Menim, da bi bilo smiselno zadevo preizkusiti v praksi in primerjati rezultate z natančnimi testi (npr. s tenziometrijsko ploščo). Če bi postali kompaktni digitalni fotoaparati natančnejši in cenejši, bi se testiranja uporabljala lahko v okolju, ki je specifično za šport (npr. košarkarsko igrišče) in bi bil test označen za terenskega.



Slika 49: primer kompaktnega digitalnega fotoaparata (Olympus ZR100) z možnostjo zajema do 1000 sličic na sekundo. Cena: okoli 300 ameriških dolarjev (ZR100 Digital Camera, 2012).

2.2.3 Terenski testi

1. Prenosni merilni sistem za merjenje pospeškov

Cilj preverjanja gibalnih sposobnosti na terenu (v praksi) je natančno vrednotenje v okoliščinah, ki so podobne oz. enake športni panogi. S tem namenom so se razvile prenosne naprave, ki sedaj delujejo večinoma že na nivoju brezžičnih tehnologij, vpogled v podatke je lahko takojšen. Najbolj pogosto uporabljene naprave za merjenje pospeškov so miniaturni pospeškometri.

Avtorja Križaj in Mihevc (2007) v članku govorita o prenosnemu merilnemu sistemu za merjenje pospeškov, ki je bil razvit, in njegovi uporabnosti v športu. Med drugim je naprava izredno uporabna za merjenje hitrosti odzivanja. Naprava lahko sama sproži ukaz (zvočni dražljaj) in hkrati izvede meritev. Prednost pospeškometra je tudi ta, da poleg odzivnega časa dobimo podatke o pospešku okončine, telesa ipd. Merjenje hitrosti odzivanja se lahko meri tudi v laboratoriju, lahko v kombinaciji z ostalimi merilnimi napravami (tenziometrijska plošča, EMG ipd.).

Smiselno bi bilo ugotavljati tudi hitrost podaje po odkrivanju soigralca (dražljaj), s tem da se namesto soigralca prižge lučka. Slednji poskus bi merili s pospeškometri, ki bi bili pritrjeni na roko, s katero bi merjenec podal. Meritev bi lahko potekala tudi z elektromiografijo (npr. na mišici triceps brachii, ki je glavna iztegovalka komolca) ali celo z video analizo.

2.2.3.1 Spušcanje palice (hitrost enostavnega odzivanja na vidni dražljaj)

Test je bil razvit na Univerzi Michigan, na oddelku fizikalne medicine in rehabilitacije. Eckner, Kutcher in Richardson (2010) so preverjali zanesljivost rezultatov spuščanja palice in jih primerjali z rezultati preverjanja odzivnega časa preko računalniškega programa CogState Sport (CogState Ltd, Melbourne, Australia).

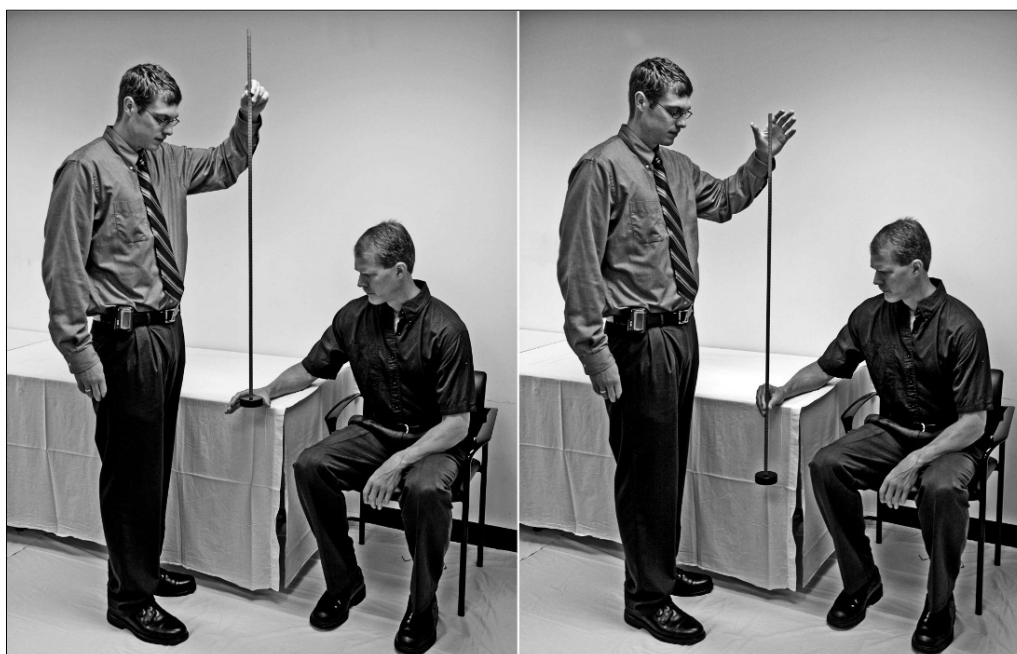
Naprava (slika 50) je sestavljena iz palice (tankega valja), dolge 130 cm, na koncu palice (spodnji del) je pritrjena kolutna utež. Le-ta zagotavlja natančen navpični spust in točno postavitve naprave glede na položaj merjenčeve roke. Palica je obdana s trakom, ki povzroča večje trenje (boljši oprijem) in natančnejšo meritev. Od uteži navzgor so začrtane oznake na razdalji 0,5 cm. Merjenec je v sedečem položaju, njegova merjena roka je sproščena in naslonjena na mizo, čez mizo sega del od začetka dlani do konca prstov. Ko merilec spusti napravo, jo merjenec poskuša v

najhitrejšem času prijeti. Iz naprave se odčita razdalja od uteži do mesta prijema (najvišji del prstov). Da bi preprečili predvidevanje merjenca, kdaj bo naprava spuščena, mora merilec izbirati naključne časovne razdalje od prijema do spusta naprave (od 2 do 5 sekund). Preko spodnje enačbe (enačba 1) prostega pada telesa se izračuna čas od spusta do prijema. Črka d pomeni razdaljo med utežjo in mestom prijema, g je težnostni pospešek⁵³, t pa predstavlja čas od spusta do prijema naprave (Eckner, Kutcher in Richardson, 2010).

Enačba 1: izračun časa prostega padanja telesa.

$$t = \sqrt{\frac{2d}{g}}$$

V letu 2011 so isti avtorji (Eckner, Kutcher in Richardson) preverjali zanesljivost (ponovljivost) omenjenega testa v daljšem časovnem obdobju. Rezultate so ponovno primerjali z računalniško diagnostiko in ugotovili precejšnjo natančnost naprave.



Slika 50: test hitrosti odzivanja »spuščanje palice«; leva slika prikazuje začetni položaj, desna prikazuje končni položaj testa (Eckner, Kutcher in Richardson, 2010).

Najbolj preprost nadomestek tega testa je lahko spuščanje ravnila, ki ima zarisane merske oznake za dolžino (na mm natančno), vendar se tu pojavi vprašanje natančnosti in ponovljivosti merjenja. Če želimo merjenca le primerjati med seboj, imamo lahko le navadno ravno palico, na njej zarisujemo rezultate (razdalje od konca palice do prijema) posameznikov. Osnovni postopek je enak kot pri testu, omenjenemu zgoraj (slika 50).

Ni nujno, da merjenje poteka le z rokami, lahko poteka tudi z nogami. Primer merjenja odzivnega časa nog je izvajal Arslan s sodelavci (2012). Uporabljal je skupek testov odzivnega časa, ki jih je predstavil Nelson (1979, v Arslan, Menevše in Atlı, 2012). Merjenec ima nogo

⁵³ Težnostni pospešek je minimalno spremenljiva vrednost, na zemlji znaša približno 9,81 m/s².

postavljeno ob zidu (peta 2,5 cm in prsti 5 cm oddaljeni od stene). Merilec spusti ravnilo ob zidu, merjenec jo zaustavi na način, da ravnilo čim hitreje pritisne s prsti ob zid. Tu se prav tako odčita razdaljo od konca ravnila do točke pritiska s prsti. Napravo se lahko uporablja tudi za vadbo hitrosti odzivanja.

2.2.3.2 Spuščanje dveh palic (hitrost izbirnega odzivanja na vidni dražljaj)

Test je enak prejšnjemu (»spuščanje palice«, slika 50, str. 57), v tem primeru se preverja sposobnost hitrosti izbirnega odzivanja. Merjenec ima obe roki naslonjeni na mizo, kot je opisano za eno roko v prejšnjem testu. V tem preizkusu sta hkrati potrebni 2 napravi. Merilec drži vsako od naprav v eni roki. Ker gre za merjenje hitrosti izbirnega odzivanja, merilec spusti le eno izmed naprav, merjenec ne ve, katero. Raziskati bi bilo potrebno, ali je test sploh primeren za diagnostiko hitrosti izbirnega odzivanja. Prav tako je tudi ta način uporaben pri vadbi hitrosti odzivanja.

2.2.3.3 Dotikanje stikal z omejenim časom (primer: Batak Pro)

Naprava (slika 51) ima možnost diagnostike hitrosti izbirnega odzivanja, vendar le število pravih udarcev na stikalo v določenem časovnem obdobju (npr. 1 minuti). Glavni cilj naprave je vadba. Vsebuje 12 lučk, ki se vklaplajo mešano. Batak Pro ima več načinov vadbe, vsebuje kombinacijo več gibalnih sposobnosti (hitrost odzivanja s koordinacijo, vzdržljivostjo). Naprava je namenjena široki množici ljudi, zato je mogoče slabše znanstveno-diagnostično zasnovana. Uporablja jo tudi nekaj klubov v ameriški košarkarski ligi NBA.



Slika 51: naprava za vadbo in diagnostiko hitrosti odzivanja Batak Pro (Quotronics Limited, 2011).

2.2.4 Preprosti računalniški testi

Računalniški testi so lahko uporabno orodje vadbe in diagnostike hitrosti odzivanja. So zanesljivi, rezultati so razmeroma objektivni, meritve se lahko ponovijo kadarkoli. Vendar avtorji Eckner, Kutcher in Richardson (2010) omenjajo upad oz. zmanjšanje motivacije pri reševanju računalniških testov in dokaj visoko notranjo motivacijo pri terenskem testu, omenjenemu v članku in v moji nalogi (slika 50, str. 57). Zato menim, da je test primeren le za diagnostiko in malo manj za razvoj hitrosti odzivanja.

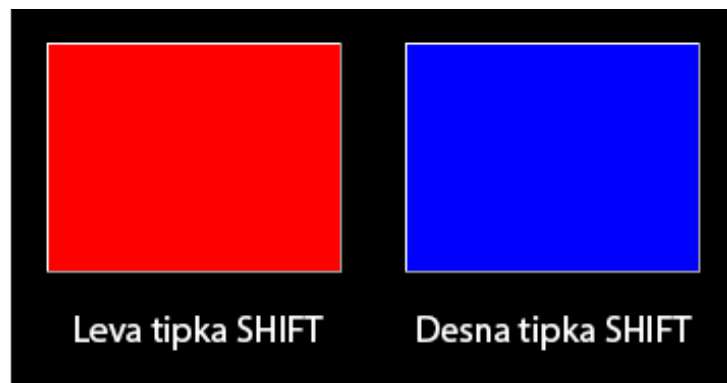
1. WinPsycho 2000*

Programska oprema, ki je bila proizvedena v Estoniji (© Club Two Thousand), lahko služi kot sredstvo diagnostike ali pa za razvoj hitrosti odzivanja. Z njo lahko merimo hitrost enostavnega in izbirnega odzivanja na vidni ali zvočni dražljaj. Program vsebuje tri naloge: odzivanje na barvo, odzivanje na zvok ter odzivanje na različno hitrost približujočega predmeta (npr. žoga ali poljubna slika, ki se na zaslonu povečuje v različnih hitrostih). Enostaven odzivni čas se meri s hkratnim pritiskom na obe tipki šift (»SHIFT«) ob pojavljanju izbrane barve (privzeta: modra; slika 52) ali zvočnega dražljaja (piska). Enak test je lahko za izbirni odzivni čas, tu sta prisotni 2 barvi in je točno določeno, katero tipko šift merjenec pritisne glede na pojav barve (slika 53). Težja okoliščina so 4 različne barve, dve za levi šift, dve za desni šift (slika 54). Odzivanje na približujoč predmet je najmanj enostavna naloga, saj mora merjenec zaznati hitrost približevanja slike (v našem primeru žoge) in pritisniti temu primerno tipko (levi šift za hitro približevanje, desni šift za počasnejše približevanje; sliki 55 in 56). Program hitrosti izbirnega odzivanja ima 5 stopenj težavnosti.

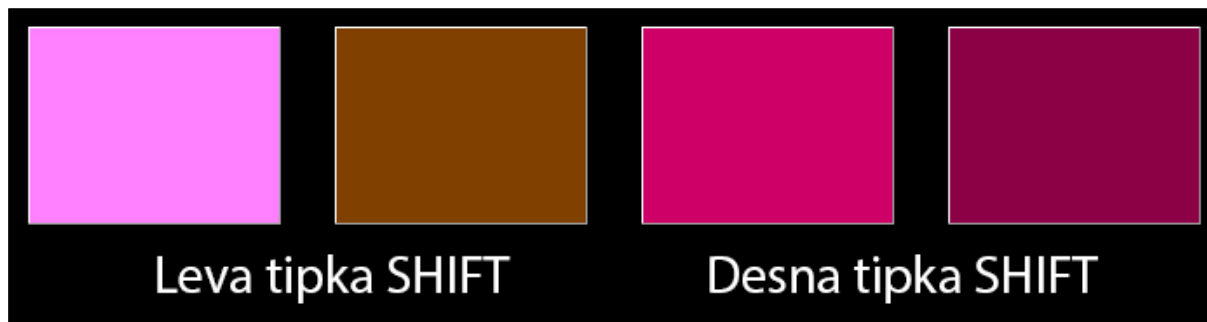
Vsekakor bi bilo dobro izvesti primerjavo natančnosti omenjene preproste računalniške diagnostike z natančno laboratorijsko meritvijo.



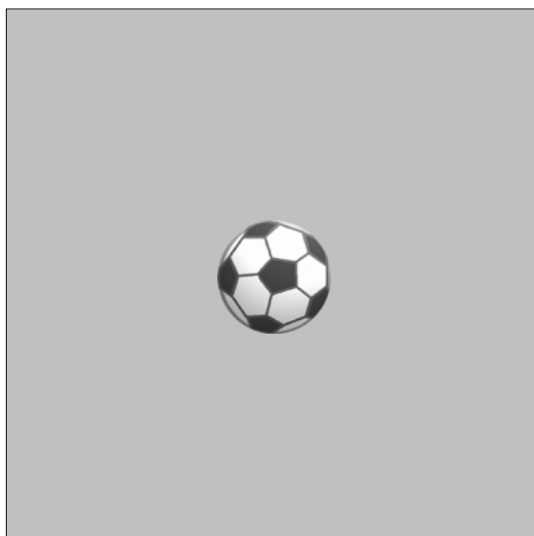
Slika 52: primer hitrosti enostavnega odzivanja na vidni dražljaj v programu WinPsycho 2000*.



Slika 53: primer hitrosti izbirnega odzivanja na vidni dražljaj v programu WinPsycho 2000*.



Slika 54: primer hitrosti izbirnega odzivanja na vidni dražljaj (5. stopnja težavnosti) v programu WinPsycho 2000*.



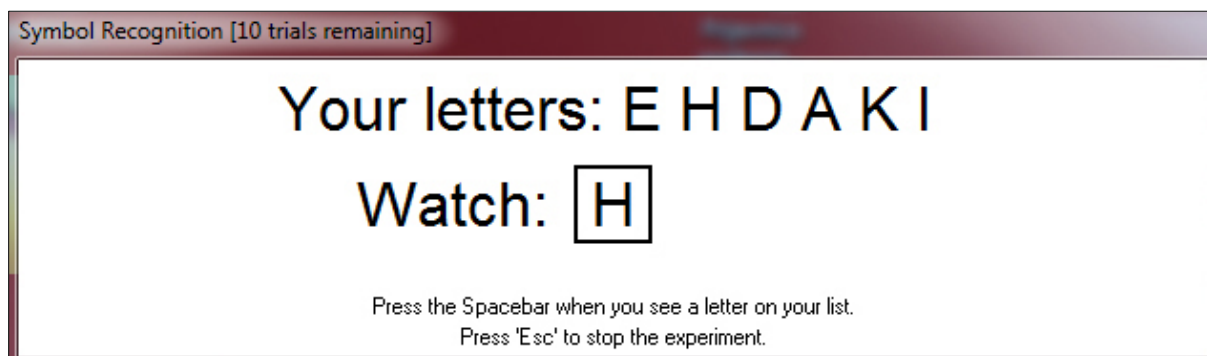
Slika 55: oddaljena žoga v programu WinPsycho 2000*.



Slika 56: približana žoga v programu WinPsycho 2000*.

2.2.4.1 BioBytes Reaction Time

Program »Reaction Time« je zastonska programska oprema, pridobljena iz spleta (Kosinski, 1998). Za razliko od programa WinPsycho 2000 meri hitrost izločevalnega odzivanja, vendar pa je prikrajšan za hitrost izbirnega odzivanja. Vedno je možen samo odgovor s tipko »SPACE« (preslednica). Primer naloge kaže slika 57: vadeči se odzove s pritiskom na tipko preslednica le takrat, ko se v okvirčku pojavi ena izmed črk, ki so navedene v zgornji vrstici (»Your letters«). Poleg testiranja odzivnega časa nudi preprosto statistično analizo podatkov.



Slika 57: primer hitrosti izločevalnega odzivanja v programu Reaction Time.

3 Sklep⁵⁴

Hitrost odzivanja je področje, kateremu se v moštvenih športih z žogo daje premalo poudarka, vendar je v večini moštvenih športov z žogo prisotna in še kako pomembna.

Hitrost odzivanja je sposobnost izvedbe gibalnega odgovora po nenadno nastalem dražljaju v najkrajšem možnem času. Merimo jo z odzivnim časom, kar je obdobje od nenadno nastalega dražljaja do gibalnega odziva nanj. Odzivni čas se spreminja v odvisnosti od različnih dejavnikov, trije najpomembnejši so: dolžina živčne poti od čutila do možganov, vrsta dražljaja ter število sinaps od čutila do možganov.

Hitrost odzivanja se deli glede na (1) **vrsto čutila** in glede na (2) **število dražljajev in gibalnih odgovorov**. Tako glene na vrsto čutila poznamo hitrosti odzivanja na **vidni, slušni, čutni**, okusni in vonjalni. V športu so najpogostejši prvi trije. Glede na število dražljajev in odgovorov hitrost odzivanja delimo na **hitrost enostavnega odzivanja** (odzivanje na en pričakovan dražljaj) in na **hitrost sestavljenega odzivanja** (odzivanje na dva ali več pričakovanih dražljajev). Hitrost sestavljenega odzivanja se še naprej deli na **hitrost izbirnega odzivanja** (za vsak dražljaj je določen gibalni odgovor) ter na **hitrost izločevalnega odzivanja** (na nekatere dražljaje gibalni odgovor je, na nekatere pa gibalnega odgovora ni oz. ga ne sme biti).

V košarki prevladuje **hitrost odzivanja na vidni dražljaj** (spremljanje položajev in gibanj soigralcev ter nasprotnih igralcev, spremljanje položaja in gibanja žoge in ustrezen taktično-gibalni odziv), v določenih situacijah pa se **odzivamo tudi na slušni dražljaj** (besedno sporazumevanje med igralci – opozorilo pri blokadi, prevzemanju, skoku za žogo, odkrivanju, podajah ipd.; poleg besednega sporazumevanja tudi ostali dražljaji, npr. udarec po žogi, sodniški pisk ipd.). Pojavlja se še **hitrost odzivanja na čutni dražljaj** (npr. dotik ali potisk soigralca pri zamenjavi vlog v fazi obrambe, dotik ali potisk soigralca pri odkrivanju v napadu). Glede na število dražljajev in gibalnih odgovorov je **v košarki najpogostejša hitrost sestavljenega odzivanja** (odzivanja na predmete v gibanju – soigralci, nasprotnikovi igralci, žoga), v večini se pojavlja več dražljajev, nanje pa se lahko igralec odzove na več različnih načinov (več odgovorov). Če je obrambni igralec preblizu napadalca, se poveča možnost zaključka po prodoru, če pa je predaleč oddaljen, se poveča možnost zaključka z metom. Dve različni oddaljenosti od igralca predstavljata za napadalca dva različna dražljaja, na katera se odzove z dvema različnima odgovoroma.

Ugotovljeno je bilo, da imajo športniki krajše odzivne čase na vidni dražljaj (povezava »oko – roka«) od ljudi, ki se s športom ne ukvarjajo. To dokazuje **vpliv učinkovite športne vadbe na izboljšanje hitrosti odzivanja** na vidni dražljaj. Skozi raziskave je bilo opaženo poslabšanje enostavnega in **izboljšanje sestavljenega odzivnega časa med obremenitvijo (95 % in 125 % VO₂max)**, vendar je bilo tu prisotno **večje število napak**. Po obremenitvi sta se oba tipa odzivnega časa krepko podaljšala, prav tako se je zmanjšalo število napak.

Odzivni čas se začne **skrajševati v obdobju poznega otroštva**, to je po teoriji kognitivnega razvoja med šestim in enajstim letom. **Enostavni odzivni čas se progresivno krajša do**

⁵⁴ Zaradi lažje berljivosti sklepa in izvlečka sem citiranje avtorjev spustil, v preostalem delu diplomske naloge (uvod in jedro) so vsi avtorji navedeni.

srednjega najstniškega obdobja (starost okoli 15 let) ali celo do poznega obdobja adolescence (pri deklicah traja v povprečju do 16. leta, pri fantih do 18. leta). Drugače je s **sestavljenim odzivnim časom**, ki se **izboljšuje bistveno daljši čas**. **Hitrost odzivanja je smiselno razvijati že pred začetkom otrokovega šolanja, večji poudarek pa mora biti med 7 in 12 let**. Živčni sistem, povezan s hitrostjo in odzivanjem, se tekom pubertete v celoti oz. v večini razvije. Ko je živčni sistem razvit, lahko le v manjši meri vplivamo na hitrost odzivanja, težje je vplivati na hitrost enostavnega odzivanja, lažje na hitrost sestavljenega odzivanja.

Glavni dve metodi, pomembni pri razvoju hitrosti odzivanja v moštvenih športih z žogo sta: **odzivanje na predmet v gibanju** (npr. žoga, soigralec, nasprotnik) in **izbirno (ali izločevalno) odzivanje** (na začetku učenje osnovnega gibalnega odgovora, kasneje nadgrajevanje z različnimi odgovori). Pri hitrosti odzivanja lahko razvijamo kognitivni (predgibalni) in gibalni del posebej ali pa oba skupaj. Na gibalni del hitrosti odzivanja lahko učinkujemo preko telesne vadbe, največji vpliv nanj ima vadba mišične aktivacije, medtem ko na kognitivni del učinkujemo z nalogami hitrih miselnih odločitev.

Če želijo trenerji in športni strokovnjaki opaziti športnikovo gibalno nadarjenost, so potrebna testiranja gibalnih sposobnosti. Rezultati le-teh pokažejo, katerim gibalnim sposobnostim je potrebno dati večji poudarek pri telesni pripravi. S testiranjem se lažje postavi cilje za daljše časovno obdobje. **Za načrtovanje vadbe so testiranja nujno potrebna**. Testiranja delimo na laboratorijska in terenska. Prednost laboratorijskih je izjemna natančnost meritev, medtem ko terenske meritve lahko uporabljamo v specifičnih športnih situacijah. Glavni laboratorijski test, predstavljen v nalogi, je meritev hitrosti odzivanja na tenziometrijski plošči. Meritev je razmeroma preprosta in natančna. Kot eden najbolj preprostih terenskih testov je bil predstavljen test »spuščanje palice«. Slabost tega testa je ta, da je njegova natančnost in ponovljivost preverjena le pri merjenju hitrosti enostavnega odzivanja. **Dobro sredstvo preverjanja sposobnosti hitrosti odzivanja so tudi preprosti računalniški programi** (npr. WinPsycho 2000®), ki vsebujejo različne naloge in merijo odzivni čas. Vendar nekateri avtorji omenjajo upad oz. zmanjšanje motivacije pri reševanju računalniških testov. Motivacija pri testu »spuščanje palice« naj bi bila dokaj visoka.

Raziskav o hitrosti odzivanja pri košarkarjih je razmeroma malo. Potrebne so nadaljnje raziskave, katerih ugotovitve bi omogočile hitrejši in kakovostnejši razvoj hitrosti odzivanja v moštvenih športih tudi v povezavi z ostalimi gibalnimi sposobnostmi. Z raziskavami bi se odkrile pomanjkljivosti v hitrosti odzivanja, ki bi jih moral košarkar izboljšati oz. biti pozoren nanje.

4 Viri

- i-SPEED PL*. (2012). Prevezeto 18. 9. 2012 iz spletnega mesta Olympus HSV Products:
<http://www.olympus-ims.com/en/hsv-products/i-speedpl/>
- ZR100 Digital Camera*. (2012). Prevezeto 16. 9. 2012 iz spletnega mesta Casio Digital Imaging:
http://exilim.casio.com/digital_cameras/High-Speed/EX-ZR100
- Ahlin, M., Bokal, L., Gložančev, A., Hajnšek-Holz, M., Humar, M., Keber, J., in drugi. (2005). Slovar slovenskega knjižnega jezika z Odzadnjim slovarjem slovenskega jezika in Besediščem slovenskega jezika z oblikoslovnimi podatki. Ljubljana: DZS.
- Akarsu, S., Çalişkan, E. in Dane, Ş. (2009). Athletes have faster eye-hand visual reaction times and higher scores on visuospatial intelligence than nonathletes. *Turkish Journal of Medical Sciences*, 39(6), str. 871-874.
- Alikhani, H., Vaez Mousavi, M. in Mokhtari, P. (2011). The Effect of Cognitive and Motivational Imagery on Choice Reaction Time. *World Applied Sciences Journal*, 12(6), str. 792-796.
- Ando, S. (2010). Effects of Exercise on Reaction Time to Peripheral Visual Stimuli. *Advances in Biomedical Research*, str. 260-263.
- Ando, S., Yamada, Y., Tanaka, T., Oda, S. in Kokubu, M. (2009). reaction time to peripheral visual stimuli during exercise under normoxia and hyperoxia. *European Journal of Applied Physiology*, 106, str. 61-69.
- Arabacı, R. (2009). Acute effects of differential stretching protocols on physical performance in young soccer players. *E-Journal of New World Sciences Academy*, 4(2), str. 50-63.
- Arabacı, R., Görgülü, R. in Çatıkkaş, F. (2010). Relationship between agility and reaction time, speed and body mass index in taekwondo athletes. *E-Journal of New World Sciences Academy*, 5(2), str. 71-77.
- Arslan, C., Menevşe, A. in Atlı, M. (2012). The Comparison of the Pre-Game and Post-Game Reaction Times of the Handball Teams According to Their Seeds in the Standings. *European Journal of Applied Sciences*, 4(1), str. 36-41.
- Audiffren, M., Tomporowski, P. D. in Zagrodnik, J. (2008). Acute aerobic exercise and information processing: Energizing motor processes during a choice reaction time task. *Acta Psychologica*, 129, str. 410-419.
- Baechele, T. R. in Earle, R. W. (Ured.). (2008). *Essentials of strength training and conditioning* (3. izd.). Illinois, Champaign: Human Kinetics.
- Barcelos, J. L., Morales, A. P., Maciel, R. N., Azevedo, M. M. in Silva, V. F. (2009). Time of practice: a comparative study of the motor reaction time among volleyball players. *Fitness & Performance Journal*, 8(2), str. 103-109.

- Baumgarten, R. (2009). *2 Player Reactor*. Prevezeto 25. 8. 2012 iz spletnega mesta Google Play, aplikacije za Android:
<https://play.google.com/store/apps/details?id=coolcherrytrees.games.reactor>
- Behm, D. G., Bambury, A., Cahill, F. in Power, K. (2004). Effect of Acute Static Stretching on Force, Balance, Reaction Time, and Movement Time. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36(8), str. 1397-1402.
- Benefer, M. D., Corfe, B. M., Russell, J. M., Short, R. in Barker, M. E. (2012). Water intake and post-exercise cognitive performance: an observational study of long-distance walkers and runners. *European Journal of Nutrition*.
- Bompa, T. O. (1990). *Theory and Methodology of Training. The Key to Athletic Performance*. (2. izd.). Iowa: Kendal/Hunt Publishing Company.
- Bompa, T. O. (1999). *Periodization: theory and methodology of training* (4. izd.). Illinois, Champaign: Human Kinetics.
- Bompa, T. O. (2000). *Cjelokupan trening za mlade pobjednike*. (L. Pleić, Prev.) Zagreb: Hrvatski košarkaški savez, Udruga hrvatskih košarkaških trenera.
- Bompa, T. O. in Haff, G. G. (2009). *Periodization: theory and methodology of training* (5. izd.). Illinois, Champaign: Human Kinetics.
- Borin, B. (2004). Simuliranje vidnega iskanja predmetov v naravni dvorazsežnostni situaciji. *Psihološka obzorja*, 13(2), str. 91-104.
- Borysiuk, Z. in Sadowski, J. (2007). Time and spatial aspects of movement anticipation. *Biology of Sport*, 24(3), str. 285-295.
- Bradbury, J. (2011). Docosahexaenoic Acid (DHA): An Ancient Nutrient for the Modern Human Brain. *Nutrients Journal*, 3, str. 529-554.
- Brown, L. E., Ferrigno, V. in Santana, J. C. (2000). *Training for speed, agility, and quickness*. Illinois, Champaign: Human Kinetics.
- Bytomski, J. R., Moorman, C. T. in MacAuley, D. (Ured.). (2010). *Oxford American handbook of sports medicine*. New York: Oxford University Press Inc.
- Carter, P. (2005). *The complete book of intelligence tests*. England, West Sussex: John Wiley & Sons Ltd.
- Carvajal-Sancho, A. in Moncada-Jiménez, J. (2006). The acute effect of an energy drink on the physical and cognitive performance of male athletes. *Kinesiologia Slovenica*, 11(2), str. 5-16.
- Çetin, Ç. M., Taşğın, Ö. in Arslan, F. (2011). The Relationship Between Reaction Time and Decision-Making in Elite Kickboxing Athletes. *World Applied Sciences Journal*, 12(10), str. 1826-1831.

- Clarke, N. D., Maclaren, D. M., Reilly, T. in Drust, B. (2011). Carbohydrate ingestion and pre-cooling improves exercise capacity following soccer-specific intermittent exercise performed in the heat. *European Journal of Applied Physiology*, 111, str. 1447-1455.
- Cuccurullo, S. J. (Ured.). (2004). *Physical medicine and rehabilitation board review*. New York: Demos Medical Publishing.
- Čoh, M. in Bračič, M. (2010). *Razvoj hitrosti v kondicijski pripravi športnika*. Ljubljana: Fakulteta za šport.
- Davranche, K., Burle, B., Audiffren, M. in Hasbroucq, T. (2005). Information processing during physical exercise: a chronometric and electromyographic study. *Experimental Brain Research*, 165, str. 532-540.
- Delignières, D., Brisswalter, J. in Legros, P. (1994). Influence of physical exercise on choice reaction time in sports experts: the mediating role of resource allocation. *Journal of Human Movement Studies*, 27, str. 173-188.
- Dežman, B. (2004). *Košarka za mlade igralce in igralke*. Ljubljana: Fakulteta za šport, Inštitut za šport.
- Dežman, B. (2005). *Osnove teorije treniranja v izbranih moštvenih športnih igrah (skripta)*. Ljubljana.
- Dežman, B. in Erčulj, F. (2005). *Kondicijska priprava v košarki (dopolnjena izd.)*. Ljubljana: Fakulteta za šport, Inštitut za šport.
- Dintiman, G., Ward, B. in Tellez, T. (1997). *Sports Speed (2. izd.)*. Champaign (IL): Human Kinetics.
- Duvnjak-Zaknich, D. M., Dawson, B. T., Wallman, K. E. in Henry, G. (2011). Effect of Caffeine in Reactive Agility Time When Fresh and Fatigued. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 43(8), str. 1523-1530.
- Dye, M. W., Green, S. C. in Bavelier, D. (2009). Increasing Speed of Processing With Action Video Games. *Current Directions in Psychological Science*, 18(6), str. 321-326.
- Ebadi, M. (2007). *Pharmacodynamic basis of herbal medicine (2. izd.)*. Florida, Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group.
- Eckner, J. T., Kutcher, J. S. in Richardson, J. K. (2010). Pilot Evaluation of a Novel Clinical Test of Reaction Time in National Collegiate Athletic Association Division I Football Players. *Journal of Athletic Training*, 45(4), str. 327-332.
- Eckner, J. T., Kutcher, J. S. in Richardson, J. K. (2011). Between-Seasons Test-Retest Reliability of Clinically Measured Reaction Time in National Collegiate Athletic Association Division I Athletes. *Journal of Athletic Training*, 46(4), str. 409-414.

- Erčulj, F. in Dežman, B. (2004). Razvoj hitrosti odzivanja in acikličnega gibanja v košarki. *Šport*, 52(1), str. 7-11.
- Fisekcioglu, B. İ. (2011). Relation of Hand Preference, Muscle Power, Lung Function and Reaction Time in Right-Handed Taekwondo Players. *World Applied Sciences Journal*, 12(8), str. 1288-1290.
- Ghuntla, T. P., Mehta, H. B., Gokhale, P. A. in Shah, C. J. (2012). A Comparative Study of Visual Reaction Time in Basketball Players and Healthy Controls. *National Journal of Integrated Research in Medicine*, 3(1), str. 49-51.
- Gorre, F. in Vandekerckhove, H. (2010). Beta-blockers: focus on mechanism of action. *Acta Cardiol*, 65(5), str. 565-570.
- Green, C. D. (2003). PSYCHOLOGY STRIKES OUT: Coleman R. Griffith and the Chicago Cubs. *History of Psychology*, 6(3), str. 267-283.
- Guzmán, J. F., Esteve, H., Pablos, C., Pablos, A., Blasco, C. in Villegas, J. A. (2011). DHA-rich fish oil improves complex reaction time in female elite soccer players. *Journal of Sports Science and Medicine*, 10, str. 301-305.
- Hall, W. in Solowij, N. (1998). Adverse effects of cannabis. *The Lancet*, 352, str. 1611-1616.
- Harvey, R. H., Beauchamp, M. K., Saab, M. in Beauchamp, P. (2011). Biofeedback Reaction-Time Training: Toward Olympic Gold. *Biofeedback*, 39(1), str. 7-14.
- Hoffman, J. R., Williams, D. R., Emerson, N. S., Hoffman, M. W., Wells, A. J., McVeigh, D. M. in drugi. (2012). L-alanyl-L-glutamine ingestion maintains performance during a competitive basketball game. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 9(4), str. 1-8.
- Huciński, T., Łapszo, J., Tzymański, R. in Zienkiewicz, P. (2007). The relationship between the speed of motor reaction and short-distance runs and the effectiveness of play in defence and offense in basketball. *Kinesiology*, 39(2), str. 157-164.
- Hunault, C. C., Mensinga, T. T., Böcker, K. B., Schipper, M. C., Kruidenier, M., Leenders, M. E. in drugi. (2009). Cognitive and psychomotor effects in males after smoking a combination of tobacco and cannabis containing up to 69 mg delta-9-tetrahydrocannabinol (THC). *Psychopharmacology*, 204, str. 85-94.
- Jakše, B. in Pinter, S. (2006). Agilnost v evropski klubske košarki: od iluzije do realnosti. *Šport*, 54(4), str. 31-39 (pril.).
- Jezernik, D. (2007). *Analiza sestave telesa vzorca odrasle ženske populacije z antropometrijo in z metodo merjenja bioelektrične prevodnosti*. Diplomsko delo, Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta.

- Jui-hung, T., Yaw-feng, L. in Shu-chen, C. (2010). The influence of ball velocity and court illumination on reaction time for tennis volley. *Journal of Sports Science and Medicine*, 9, str. 56-61.
- Justin, I. (2005). *Vpliv povečanja maksimalne moči iztegovalk komolca na sposobnost natančnega zadevanja pri metu pikada in metu za tri točke v košarki*. Diplomsko delo, Ljubljana: Fakulteta za šport.
- Kališnik, M. (Ured.). (2004). Slovenski medicinski e-slovar. Ljubljana: Medicinska fakulteta, Lek.
- Kališnik, T. (2011). *Priprava cestnega kolesarja na tekmovanja*. Diplomsko delo, Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport.
- Kandel, E. R., Schwartz, J. H. in Jessell, T. M. (Ured.). (2000). *Principles of neural science*. New York: McGraw-Hill.
- Uradna košarkarska pravila*. (2010). (R. Kolar, Prev.) Ljubljana: Košarkarska zveza Slovenije.
- Koprivica, V. (2003). Developing speed in young players. *Fiba Assist Magazine*, 4, str. 59-60.
- Korsmeyer, P. in Kranzler, H. R. (Ured.). (2009). *Encyclopedia of drugs, alcohol & addictive behaviour* (3. izd.). Detroit: Macmillan Reference USA.
- Kosinski, R. (1998). *Outlines in Biology VI: BioBytes Update*. Prevezeto 23. 7. 2012 iz spletnega mesta založbe W.H. Freeman: <http://www.whfreeman.com/biolab/helms/biobytes.html>
- Križaj, D. in Mihevc, I. (2007). Prenosni merilni sistem za merjenje pospeškov. *Šport*, 55(4), str. 58-64.
- Kure, V. (2006). *Vsebnost maščobnih kislin v svežih in konzerviranih morskih ribah*. Diplomsko delo, Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta.
- Kurokawa, K., Nakajima, K., Maeda, M., Takeda, T. in Ishigami, K. (2008). The effects of gum chewing on the body reaction. *International Journal of Sports Dentistry*, 1(1), str. 47-53.
- Kvålseth, T. O. (1977). Effects of marijuana on human reaction time and motor control. *Perceptual & Motor Skills*, 45, str. 935-939.
- Legros, P., Delignieres, D., Durand, M. in Brisswalter, J. (1992). Influence of physical exercise on simple and choice reaction time in high-level basketball players. *Science & Sports*, 7, str. 9-14.
- Lyons, M., Al-Nakeeb, Y. in Nevill, A. (2006). The impact of moderate and high intensity total body fatigue on passing accuracy in expert and novice basketball players. *Journal of Sports Science and Medicine*, 5, str. 215-227.
- Magill, R. A. (1993). *Motor learning: Concepts and applications* (4. izd.). Wisconsin, Madison: Brown & Benchmark.
- Martens, R. (1997). *Successful coaching* (2. izd.). Illinois, Champaign: Human Kinetics.

- Matthew, D. in Delextrat, A. (2009). Heart rate, blood lactate concentration, and time-motion analysis of female basketball players during competition. *Journal of Sports Science*, 27(8), str. 813-821.
- Matuura, Y., Taniguchi, T., Sugiura, A., Miyao, M. in Takada, H. (2012). Distribution of Cerebral Blood Flow during Gum-Chewing. *Forma*, 27, str. 1-4.
- McInnes, S. E., Carlson, J. S., Jones, C. J. in McKenna, M. J. (1995). The physiological load imposed on basketball players during competition. *Journal of Sports Science*, 13(5), str. 387-397.
- McKeag, D. B. (Ured.). (2003). *Basketball, Handbook of Sports Medicine and Science*. Oxford: Blackwell Science Ltd.
- Meeusen, R., Duclos, M., Gleeson, M., Rietjens, G., Steinacker, J. in Urhausen, A. (2006). Prevention, diagnosis and treatment of the Overtraining Syndrome. *European journal of Sport Science*, 6(1), str. 1-14.
- Menevşe, A. in Arslan, C. (2012). Comparison of the Correlation Between the Reaction Time and In-Game Performance of the Elite Handball Teams. *Middle-East Journal of Scientific Research*, 11(7), str. 928-933.
- Meško, M., Strojnik, V., Karpljuk, D. in Videmšek, M. (2009). Odzivni časi na svetlobne dražljaje pri poslušanju tehno glasbe. *Šport*, 57(3-4), str. 88-92.
- Mindell, E. L. in Hopkins, V. (2009). *Prescription alternatives* (4. izd.). New York: McGraw-Hill.
- Nawrot, P., Jordan, S., Eastwood, J., Rotstein, J., Hungerholtz, A. in Feeley, M. (2003). Effects of caffeine on human health. *Food Additives and Contaminants*, 20(1), str. 1-30.
- Nederhof, E., Lemmink, K. A., Visscher, C., Meeusen, R. in Mulder, T. (2006). Psychomotor Speed, Possibly a New Marker for Overtraining Syndrome. *Sports Medicine*, 36(10), str. 817-828.
- Oxendine, J. B. (1984). *Psychology of motor learning* (2. izd.). New Jersey: Prentice-Hall, Inc.
- Ozyemisci-Taskiran, O., Gunendi, Z., Bolukbasi, N. in Beyazova, M. (2008). The effect of a single session submaximal aerobic exercise on premotor fraction of reaction time: An electromyographic study. *Clinical Biomechanics*, 23, str. 231-235.
- Pavely, S., Adams, R. D., Di Francesco, T., Larkham, S. in Maher, C. G. (2009). Execution and outcome differences between passes to the left and right made by first grade rugby union players. *Physical Therapy in Sport*, 10, str. 136-141.
- Pavely, S., Adams, R., Di Francesco, T., Larkham, S. in Maher, C. G. (2010). Bilateral clearance punt kicking in rugby union: effects of hand used for ball delivery. *International Journal of Performance Analysis of Sport*, 10, str. 187-196.

- Pistotnik, B. (2011). *Osnove gibanja v športu: osnove gibalne izobrazbe*. Ljubljana: Fakulteta za šport.
- Pogačnik, A. (Ured.). (2005). *Veliki splošni leksikon*. Ljubljana: DZS.
- Quotronics Limited. (2011). *Batak Pro Gallery*. Prevezeto 5. 9. 2012 iz spletnega mesta Batak Pro: <http://www.batak.com/gallery/BATAK/index.html>
- Rosenbaum, D. A. (2010). *Human motor control*. Amsterdam: Elsevier.
- Schmidt, R. A. in Lee, T. D. (1999). *Motor Control and Learning*. Illinois, Champaign: Human Kinetics.
- Şenel, Ö. in Eroğlu, H. (2006). Correlation Between Reaction Time and Speed in Elite Soccer Players. *Journal of Exercise Science & Fitness*, 4(2), str. 126-130.
- Sheppard, J. M. in Young, W. B. (2006). Agility literature review: Classifications, training and testing. *Journal of Sports Sciences*, 24(9), str. 919-932.
- Shinya, M., Wada, O., Yamada, M., Ichihashi, N. in Oda, S. (2011). The effect of choice reaction task on impact of single-leg landing. *Gait & Posture*, 34, str. 55-59.
- Stimulant Drinks Committee. (2002). *A Review of the Health Effects of Stimulant Drinks - Final Report*. Ireland: The Food Safety Promotion Board.
- Škof, B., Šarabon, N., Bačanac, L., Kalan, G., Cecić Erpič, S., Žvan, B. in drugi. (2007). *Šport po meri otrok in mladostnikov: pedagoško-psihološki in biološki vidiki kondicijske vadbe mladih*. (B. Škof, Ured.) Ljubljana: Fakulteta za šport, Inštitut za kineziologijo.
- Štirn, I. (2006). *Ugotavljanje utrujenosti mišic med plavanjem na 100 metrov*. Magistrsko delo, Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport.
- Thomson, K., Watt, A. in Liukkonen, J. (2009). Differences in ball sports athletes speed discrimination skills before and after exercise induced fatigue. *Journal of Sports Science and Medicine*, 8, str. 259-264.
- Vera, J. G., Estrada, Á. M., Álvarez, J. C., Domínguez, T. R., Sánchez, D. H. in Maanan, N. M. (2006). Diferencias en el desempeño en pruebas de software visual en función del género. Un estudio con jugadores y jugadoras de baloncesto de 13 años. *Revista de Psicología del Deporte*, 15(2), str. 249-261.
- Vidmar, T. (1999). *Vpliv ogretosti in utrujenosti na reakcijski čas*. Diplomsko delo, Ljubljana: Fakulteta za šport.
- Vidmar, T. (2004). Število napak in hitrost gibalnega odgovora pri različni pogostosti pojavljanja dražljajev. *Šport*, 52(3), str. 64-67.
- Vidmar, T. (2006). *Vpliv kognitivne in metabolne utrujenosti na reakcijski čas*. Magistrsko delo, Ljubljana: Fakulteta za šport.

Zatsiorsky, V. M. in Kraemer, W. J. (2006). *Science and practice of strength training*. Illinois, Champaign: Human Kinetics.

Zazvonil, B. (2009). *Letna ciklizacija vadbe športnega plezalca*. Diplomsko delo, Ljubljana: Fakulteta za šport.