

Tehnološki doping u profesionalnom sportu

Oroz, Martin

Master's thesis / Diplomski rad

2018

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, School of Medicine / Sveučilište u Zagrebu, Medicinski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:105:930097>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-22**



Repository / Repozitorij:

[Dr Med - University of Zagreb School of Medicine Digital Repository](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

MEDICINSKI FAKULTET

Martin Oroz

**Tehnološki doping u profesionalnom
sportu**

DIPLOMSKI RAD



Zagreb, 2018.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

MEDICINSKI FAKULTET

Martin Oroz

**Tehnološki doping u profesionalnom
sportu**

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2018.

Ovaj diplomski rad izrađen je na Katedri za zdravstvenu ekologiju i medicinu rada i sporta pod vodstvom prof. dr. sc. Jagode Doko Jelinić i predan je na ocjenu u akademskoj godini 2017./2018.

POPIS KRATICA:

ABP – Athlete Biological Passport

CAS – Court of Arbitration for Sport

ESR – Energy Storage and Return

FINA – Fédération Internationale de Natation Amateur

IAAF – International Association of Athletics Federations

IOC – International Olympic Committee

ITF – International Tennis Federation

PGA – Professional Golfers' Association

RRT – Randomised Response Technique

TUE – Therapeutic Use Exemption

WADA – World Anti-doping Agency

SADRŽAJ

SAŽETAK.....	VII
SUMMARY	VIII
1 UVOD	1
1.1 Profesionalni sport.....	2
1.2 Doping	2
1.2.1 Definicija dopinga	2
1.2.2 Kriteriji za zabranu određene tvari ili metode.....	3
1.2.3 Prevalencija dopinga	4
2 UTJECAJ TEHNOLOGIJE NA SPORT	7
3 TEHNOLOŠKI DOPING	11
3.1 Upotreba potporne terapijske tehnologije u sportu.....	11
3.1.1 Slučaj Oscara Pistoriusa	12
3.1.2 Markus Rehm	15
3.1.3 Casey Martin	16
3.2 Dostupnost i jednakost sportske opreme	17
3.3 Mijenjanje vještine potrebne za bavljenje sportom („re-skilling“) zbog nove tehnologije.....	21
3.3.1 Brzo klizanje	21
3.3.2 Tenis	23

3.3.3	Trčanje.....	23
3.4	Umanjivanje vještine potrebne za bavljenje sportom („de-skilling“) zbog nove tehnologije.....	24
3.5	Korištenje hipoksičnog okruženja u treningu.....	25
	ZAHVALE.....	27
	LITERATURA.....	28
	ŽIVOTOPIS.....	32

SAŽETAK

TEHNOLOŠKI DOPING U PROFESIONALNOM SPORTU

MARTIN OROZ

U proteklih nekoliko godina, standardi u profesionalnom sportu drastično se mijenjaju. Uvođenje tehnoloških novina i nove opreme može značajno utjecati na način kako se sport igra ili imati utjecaj na rezultat. U osvrtu na ovaj fenomen nastao je novi termin: tehnološki doping. Primjena sportske opreme ili tehnologije koja poboljšava sveukupni sportski učinak ili narušava integritet sporta, smatra se dopingom i Svjetska antidoping agencija tako ju tretira. Podrazumijeva se da je uvjet za igranje većine sportova nekakav oblik sportske opreme, te je zato ponekad teško odrediti što prijeti samom „duhu sporta“. Postoje mnogi primjeri kontroverzne primjene sportske opreme. Revolucionarna odijela za plivače koje je Speedo predstavio za Olimpijske igre 2008. godine, privukla su veliku pažnju medija jer je u toj sezoni srušeno 130 svjetskih plivačkih rekorda. Odijela se smatraju vrhuncem sportskog inženjerstva, jer omogućuju bolji protok kisika do mišića, drže tijelo u hidrodinamski boljoj poziciji te zarobljavaju zrak unutar odijela, što povećava sile uzgona. Značajan je i slučaj Oscara Pistoriusa, paraolimpijca koji je pretvorio tjelesnu anomaliju u prednost, te tako pomaknuo ljudske i sportske granice mogućeg. Južnoafrički trkač s amputiranim potkoljenicama iznenadio je svijet sporta na Paraolimpijskim igrama u Ateni 2004. godine kada je odnio pobjedu protiv vrhunskih trkača u kategoriji T43 – jednostrana amputacija potkoljenice. Istraživačka analiza Pistoriusovih trkačkih proteza pokazala je da mu proteze pružaju mehaničku prednost nad ostalim trkačima te su proteze okarakterizirane kao tehnološki doping. Ovi slučajevi jasno pokazuju da još uvijek postoji mnogo neodgovorenih etičkih pitanja te da je granica između poboljšanja performansa tehnologijom i dopinga nejasna.

KLJUČNE RIJEČI: doping, tehnologija, sport

SUMMARY

TECHNOLOGICAL DOPING IN PROFESSIONAL SPORT

MARTIN OROZ

During the past few years, the standard in professional sport has been drastically changing. Introductions of new technologies and equipment can affect the way a sport is played or have an impact on its performance. A new term is being introduced to address these changes: technological doping. Any application of sports equipment that enhances sports performance or that is "against the spirit of the sport" is now considered doping and treated as such by the World Anti-Doping Agency (WADA). Of course, it is sometimes difficult to determine what threatens the integrity of the sport. For example, in the 2008 Beijing Olympics almost all the swimmers wore revolutionary Speedo swimsuits, and in that year 130 world records were broken. The whole-body swimsuit is considered the best of sports engineering, allowing for better oxygen flow to the muscles, holding the body in a more hydrodynamic position, and trapping the air which adds buoyancy. On the other hand, there is the case of Oscar Pistorius, a Paralympian who turned his physical anomaly into an advantage, thus challenging human and sports boundaries. Pistorius, a double tibial amputee, surprised the sporting world in the Athens Paralympic Games by winning races against the best paralympic athletes in the category T43 – single tibial amputation. An investigative analysis of his prostheses concluded there was a mechanical advantage over athletes without prostheses. The racing prostheses used by Pistorius were thus seen as technological doping. These cases clearly show that there are many ethical questions left unanswered and the line between boosting performance and doping is blurred.

KEYWORDS: doping, technology, sport

1 UVOD

U profesionalnom sportu u posljednjih nekoliko desetljeća postavljaju se novi standardi izvrsnosti. Kao posljedica želje vrhunskih sportaša da dostignu dosad neviđeno, probijaju se nove granice i ruše stari rekordi velikom brzinom. Kako bi se upisali u povijest sporta, sportski profesionalci spremni su na ekstremne mjere treninga, ali kada ljudski organizam dosegne svoj maksimum, pojedinci pribjegavaju moralno nedopustivim tehnikama poboljšanja svojih rezultata (1). Stjecanje prednosti nad ostalim natjecateljima kršenjem pravila sporta smatra se varanjem, i kao takvo treba biti pravilno sankcionirano, jer prijeti integritetu sporta (2). Budući da je sama bit sporta postizanje izvrsnosti i što boljih rezultata, potrebno je jasno razlučiti što je neetično ponašanje i definirati što se smatra nepošteno stečenim rezultatom, a što rezultatom postignutim vlastitim sposobnostima, talentom, trudom i treningom (2,3).

S napretkom tehnoloških dostignuća došlo je i do promjene koncepta tehnologije u sportu. U pojedinim sportovima postignut je vrhunac ljudske sposobnosti u izvođenju određenih sportskih aktivnosti, iscrpljuju se mogućnosti pomaka rekorda samim treningom i poboljšanjem fiziologije organizma te je došlo do stagnacije rezultata. Smatra se da će daljnja poboljšanja biti moguća primjenom tehnologije ili promjenom tehnike (4,5). Ne samo da razlika u sportskoj opremi može donijeti prevagu u konačnom rezultatu, već specifično i pažljivo dizajnirana tehnologija može utjecati i promijeniti način igranja određenog sporta (4,6). Zbog toga je primjena tehnoloških inovacija pažljivo kontrolirana te je čak bila predmetom mnogih kontroverznih događanja u modernom sportu (6). Predsjedavajuće sportske organizacije uvode nova pravila kako bi se nosile sa sve opsežnijom primjenom inženjerstva u sportu, te je moguće pretpostaviti da će u bližoj budućnosti doći do radikalnog preokreta u pogledu korištenja tehnologije za postizanje poboljšanja sportskih rezultata (4,5,7).

1.1 Profesionalni sport

Profesionalnim sportašima smatraju se svi oni pojedinci kojima je sport zanimanje za koje primaju plaću, koji se natječu na internacionalnoj razini te na nacionalnim prvenstvima, kao što su Olimpijske igre, svjetska, kontinentalna i državna prvenstva. Sport se popularizirao kroz utjecaj masovnih medija, što je privuklo veći broj ljudi na sportske događaje i ujedno omogućilo sportskim momčadima veće prihode. Rezultat toga je da se sportaši mogu usmjeriti na sport kao karijeru, a ne kao hobi, znajući da će biti dostatno kompenzirani (1,8).

1.2 Doping

1.2.1 Definicija dopinga

Iako se dopingom često smatra samo korištenje tvari i procedura koje na neprirodan način poboljšavaju fiziologiju sportaša ili mu pridonose nezarađenu prednost, Svjetska Anti-doping Agencija (kratica WADA od *eng.* World Anti-doping Agency) definira doping kao puno širi pojam (1,3):

1. Prisutnost zabranjenih tvari ili metabolita ili markera tih tvari (9) u uzorku koji sportaš daje (krv, mokraća). Nije potrebno dokazati da je sportaš unio zabranjene tvari s namjerom ili znanjem.
2. Korištenje ili pokušaj korištenja zabranjenih tvari ili zabranjenih metoda (9). Može se dokazati priznanjem sportaša, izjavama svjedoka, snimkama, ili prema zaključcima izvedenim iz Athlete Biological Passport (APB). Kako bi se dokazao pokušaj korištenja potrebno je dokazati da je postojala namjera dopinga.

3. Izbjegavanje ili odbijanje davanja uzorka za analizu (krv, mokraća), bez opravdanog razloga.
4. Svaki profesionalni sportaš mora prijaviti lokaciju na kojoj mora biti dostupan svakodnevno. Nemogućnost da ga se pronade na toj lokaciji u vrijeme testiranja, ili ne pristupanje testiranju tri puta u periodu od 12 mjeseci, tretira se kao doping.
5. Uplitanje ili pokušaj uplitanja u proces kontrole dopinga, ometanje službene osobe koja provodi kontrolu dopinga, davanje lažnih informacija WADA-i ili pokušaj zastrašivanja potencijalnih svjedoka.
6. Posjedovanje zabranjene tvari ili zabranjene metode (9).
7. Trgovanje ili pokušaj trgovanja zabranjenim tvarima ili zabranjenim metodama (9).

WADA svake godine izdaje listu zabranjenih tvari i zabranjenih metoda koje se smatraju dopingom (3,9). Jedini način na koji profesionalni sportaši mogu koristiti neku od zabranjenih tvari ili metoda s liste je ako imaju valjanu medicinsku indikaciju, što se naziva terapijsko izuzeće (kratica TUE od *eng.* Therapeutic Use Exemption) (3).

1.2.2 Kriteriji za zabranu određene tvari ili metode

Kako bi se razjasnila kontroverzna zabrana određenih tehnoloških novina u sportu, potrebno je definirati kako se pojedine tvari i metode upišu u zabranjenu listu koju WADA obnavlja svake godine (3,9).

Tvar ili metoda označava se kao zabranjena ako ispunjava barem dva uvjeta (3,7):

1. Postoje medicinski (znanstveni) dokazi ili farmakološki efekt da određena tvar ili metoda poboljšava sportski performans.

2. Postoje medicinski (znanstveni) dokazi ili farmakološki efekt da određena tvar ili metoda može naštetiti zdravlju sportaša koji ju primjenjuje.
3. Korištenje određene tvari ili metode narušava integritet sporta.

Također, ako neka tvar ili metoda uspijeva prikriti djelovanje ili korištenje već zabranjene tvari, smatrat će se jednako zabranjenom.

1.2.3 Prevalencija dopinga

Istraživanje provedeno na 198 vrhunskih sportaša (trkača, plivača, dizača utega), od kojih su mnogi profesionalno sudjelovali na Olimpijskim igrama, pokazalo je da se elitni sportaši ne boje nuspojava dopinga, već jedino sankcija koje mogu uslijediti nakon korištenja neodobrenih tvari (10). Naime, kada su upitani bi li upotrijebili nedopušteno sredstvo koje bi im osiguralo pobjedu, bez ikakvih sankcija, 98% sportaša odgovorilo je potvrdno. Nadalje, kolika je želja vrhunskih sportaša za pobjedom, pokazuje i sljedeće: kada su upitani bi li upotrijebili nedopušteno sredstvo koje bi im donijelo pobjedu na svakom natjecanju u idućih pet godina, ali bi rezultiralo njihovom smrću zbog nuspojava, više od 50% ispitanika odgovorilo je potvrdno (11).

Prevalenciju dopinga u profesionalnom sportu teško je izmjeriti zbog više ograničavajućih čimbenika. Sportaši su sve spremniji na doping kontrole, te sve lakše dolaze u posjed tvari koje se još uvijek ne testiraju u rutinskim kemijskim analizama. Također, te tvari mogu se izlučiti i ne ostaviti traga u trenutku testiranja, dok njihov učinak perzistira (1). Nadalje, skupljanje podataka o prevalenciji može biti sklono pogrešci, jer se ponajviše temelji na podacima koje daju sportaši preko upitnika (1). Kako bi se izbjegla pogreška zbog davanja socijalno poželjnih odgovora, predložena je primjena tehnike pod nazivom “randomized response technique” (RRT) koja jamči anonimnost jer se temelji na matematičkoj slučajnosti, pa tako ispitivači

moraju izračunati koliki bi postotak ispitanika mogao dati ispravan odgovor, a rezultat se dobiva kao interval pouzdanosti. Smatra se da takav pristup pruža ispitivanim sportašima određenu razinu sigurnosti i poboljšava kvalitetu istraživanja (1,12). Treba uzeti u obzir i činjenicu da se na listi zabranjenih tvari nalaze rekreativne droge i alkohol, a neki sportaši nisu upoznati da se unošenje tih tvari smatra dopingom, već ih koriste bez namjere poboljšanja svog sportskog učinka (1,9). Svaki sportaš odgovoran je za ono što unosi u tijelo, a prehrana i dodatci prehrani mogu imati ključnu ulogu u pozitivnom nalazu dopinga (1,3). Naime, dodatci prehrani klasificirani su kao supkategorija hrane, pa prema tome proizvođači nisu dužni pružiti dokaz o sigurnosti i efikasnosti proizvoda, kao što je slučaj s lijekovima. Zbog toga je moguće da dođe do slučajne ili namjerne kontaminacije suplemenata tvarima koje se smatraju dopingom (13). Određeno znanje o prehrani može utjecati na sklonost prema dopingom, jer sportaši koji precizno paze na prehranu i suplemente koje unose imat će veći radni kapacitet i bolje rezultate, te tako i manju potrebu za dopingom (14).

Svake godine WADA objavljuje statistički značajne podatke iz odabranih laboratorija koji su omogućili praćenje obrazaca dopinga u svijetu sporta (15,16). Od 2003. godine, kada je počelo objavljivanje testiranih rezultata, do 2015. godine, zabilježeno je postepeno povećanje broja antidoping kontrola, a najviše kontrola (oko 72%) provedeno je u olimpijskim sportovima (16). Također, u prilog razvoju antidopinga govori i podatak o povećanju analiziranih uzoraka od 101%, poboljšanju metoda detekcije te proširivanju liste zabranjenih tvari (9,16). Zanimljivo je da u tom dvanaestogodišnjem periodu postotak zabranjenih tvari u uzorcima ostao je relativno konstantan pri 2% (1,16). Budući da se apsolutni broj doping kontrola povećao, pa tako i apsolutni broj otkrivenih slučajeva, ovaj podatak govori da, unatoč značajnim ekonomskim i tehnološkim mjerama koje je WADA poduzela, još uvijek postoji mjesta za napredak u efikasnosti otkrivanja dopinga (16). Najčešća zabranjena tvar koja je nađena u uzorcima su anabolici, tj. endogeni i egzogeni anabolički steroidi (16).

Jedna od novijih metoda borbe protiv dopinga je biološka putovnica sportaša (kratica ABP od *eng. Athlete Biological Passport*) – trajna individualna opservacija sportaša praćenjem njihovih bioloških karakteristika i markera (17). ABP sportaša sadrži njegove referentne fiziološke parametre, te pronalazak abnormalnih vrijednosti ili odstupanja od istih prilikom praćenja, može indicirati da je došlo do primjene dopinga (16). U početku je ABP zamišljena kao hematološki modul – praćenje hematoloških parametara kako bi se otkrio krvni doping tj. korištenje humanog rekombinantnog eritropoetina. Prvi put kada je praćenje takvih parametara donijelo rezultate bilo je na Olimpijskim igrama 2000. u Sydneyju (17). Od tada, u ABP uveo se i steroidni modul, za otkrivanje korištenja anaboličkih steroida, a u razvitku je i endokrini modul, za otkrivanje zlouporabe hormona rasta (17,18). Od 2009. godine WADA je uvela službene smjernice za korištenje ABP kao pouzdane metode indirektnog otkrivanja dopinga (3,17,18).

2 UTJECAJ TEHNOLOGIJE NA SPORT

Dramatično poboljšanje atletske sposobnosti sportaša u novijoj olimpijskoj povijesti može se pripisati mnogim čimbenicima. Velik utjecaj na sportski performans ima profesionalizacija sporta, kako sportaša, tako i trenera (19,20). Sport više nije hobi, i pojedinci su više investirani kako bi postigli što bolji rezultat. Pažljiva nutritivna i psihološka priprema, napredne tehnike pokreta, prirodna selekcija, ali i tehnološke inovacije u dizajnu opreme i ergonomskim pomagalima smatraju se značajnim faktorima u stvaranju vrhunskih sportaša (19).

Unatoč tome, u ovom stoljeću već je primijećena stagnacija rezultata i može se zaključiti da je probijanje sportskih rekorda ljudskim trudom doseglo određeni plato (6). Postavlja se pitanje hoće li buduće granice atletske performansa biti određene poboljšanjem ljudske fiziologije ili uvođenjem znanstvenih i tehnoloških napredaka (20). Kao primjer može se uzeti brzo klizanje, sport u kojem je pola svjetskih rekorda rezultat promjena u tehnologiji, a druga polovica rezultat poboljšanja atletske sposobnosti (6,21). Značaj implementacije tehnologije u sportu može se primijetiti i u biciklizmu, sprintu na 100 m, bacanju koplja, skoku s motkom, skoku u dalj, skoku u vis, troskoku, plivanju i paraolimpijskom sprintu (4,19,22,23).

Primjena tehnologije u sportu predmetom je rasprave iz više razloga (6). Jedan od glavnih ciljeva tehnoloških inovacija je sačuvati zdravlje i umanjiti mogućnost ozljede sportaša ili gledatelja. Dobar primjer tehnoloških promjena iz povijesti bacanja koplja je redizajn koplja koji se dogodio u 1980-im godinama. Naime, sportaši su bacali koplja opasno blizu publici, te je jedini način da se spriječi ozljeda nekoga iz publike bila da se promjene tehničke specifikacije koplja, kako se ono ne bi moglo bacati tako daleko. Rezultat toga je da su uspješniji postali

bacači s boljom tehnikom, umjesto oni koji su koristili snagu u bacanju (5). Treba spomenuti i uvođenje plastičnih kaciga u američkom nogometu, kako bi se smanjile ozljede glave, te promjena dizajna trkačke obuće, kako bi se pružila bolja potpora stopalu trkača. Navedene promjene imaju etičko opravdanje jer djeluju u interesu zdravlja sportaša i gledatelja, no kontroverzne su jer mijenjaju konstitucijske načine igranja sporta (5).

Također, može se argumentirati da je primjena tehnologije neprirodna jednako kao i korištenje kemijskog dopinga, no teško je odrediti što je točno prirodno i normalno. U stvarnom životu koriste se razne tehnike treninga, dodatci prehrani ili metode koje su strane ljudskom tijelu, no teško ili gotovo nemoguće je poboljšati sportski performans bez njih (24). Kao primjer može se uzeti osoba s amputiranim potkoljnicama, kojoj proteze čine svakodnevni dio života (7).

Korištenje tehnologije može pružiti nepravedno stečenu prednost u treningu i natjecanju. Sportaši imaju moralnu obavezu poštovati pravila sporta koji igraju te ako koriste određena pomagala smatra se da su prekršili implicitni etički dogovor, jer su promijenili uvjete igranja i treninga bez pristanka drugih natjecatelja tj. sportaša (24). To može dovesti do toga da konačni pobjednik nije ujedno i „najbolji“ sportaš (25). Također, tako mogu indirektno prisiliti druge sportaše na korištenje istih metoda kako ne bi zaostajali (24).

Narušavanje integriteta sporta još je jedan od zabrinjavajućih čimbenika u razmatranju utjecaja tehnologije na sport (25). Kako stoji u samom WADA kodeksu, kršenje duha sporta jedan je od kriterija za zabranu određene metode ili sredstva, no ujedno je i jedan od najpovršnije definiranih (3). Ako se svrha sporta definira kao trijumf prirodnog talenta, napornog rada i truda, moguće je argumentirati da korištenje tehnoloških pomagala u poboljšanju vlastitog performansa zahtijeva manje rada i truda, te samim time takav rezultat ima manju vrijednost (25).

Sportsko inženjerstvo može promijeniti način na koji se sport igra ako promjeni uvjete treninga koji su potrebni da se svlada određena vještina ili ako se svladavanje te vještine učini lakšom upotrebom tehnologije (5). Naravno, moguće je argumentirati i da korištenje tehnologije zahtijeva učenje sasvim novog seta vještina, dakle otežava igranje sporta (25). Budući da su to česti argumenti u raspravi oko tehnologije u sportu, uvedeni su termini „de-skilling“ za umanjivanje potrebne vještine i „re-skilling“ za mijenjanje potrebne vještine (5,6,25).

Dehumanizacija tj. superhumanizacija često se povezuje s korištenjem inovativnih tehnoloških dostignuća u sportu. Radi se o problematici razlikovanja tko je odgovoran za postignuti rezultat: čovjek ili tehnologija koja je upotrijebljena (5). U današnje vrijeme moguće je genetsko poboljšavanje, a određena oprema može uvelike utjecati, ako ne i preuzeti veliku ulogu u izvođenju određenog sporta: odskočne daske koje skakačima omogućuju bolji odskok i postizanje veće visine prilikom skoka u vodu, diskovi napravljeni od miješanih plastičnih i metalnih komponenti koji ih čine lakšima za bacanje, lukovi napravljeni od posebnog materijala koji omogućava veću elastičnost i čvrstoću te mnogi drugi primjeri dovode u pitanje koliki je zapravo ljudski utjecaj na rezultat, a koliko je tehnologija omogućila (5). S druge strane, primjer Oscara Pistoriusa, čovjeka s dvostrukim potkoljeničnim protezama, pokazuje kako spoj čovjeka i tehnologije može djelovati sinergistički. Umjesto da umanja ljudsku kvalitetu u sportu, tehnologija može pomoći sportašu da se izdigne iz okvira svojih mogućnosti i ostvari neviđene rezultate (7).

Potrebno je i promotriti uporabu tehnologije s ekonomskog stajališta. Budući da nabava tehnoloških novina može biti financijski zahtjevna, imućniji sportaši tj. pojedinci lakše dolaze do najnaprednijih tehnika i opreme, te tako ostvaruju određenu prednost nad onima koji nemaju jednake financijske mogućnosti (25). Iako je malo vjerojatno da si vrhunski sportaši koji se natječu na svjetskoj razini ne mogu to i priuštiti, postoji velik broj sportova u kojima je

visokotehnološka oprema neophodna, te samim time postaje i ograničavajući čimbenik za sudjelovanje siromašnijih nacija u velikim natjecanjima. Kao primjer često se navode biciklizam i veslanje (25). Također, visoka cijena najmodernije opreme, pomagala i tehnike može služiti i kao prepreka koju sportski amateri ne mogu preskočiti kako bi se natjecali na profesionalnoj razini (25).

3 TEHNOLOŠKI DOPING

U osvrtu na utjecaj tehnologije na sport, prihvaćanje tehnologije u sportu, uključivanje u standarde sporta te kontroverznost nastalo je nekoliko naziva za te fenomene (6): „poboljšavanje performansa“ (26), „tehnosport“ (27), „tehnološki pojačivači performansa“ (25) te „mehanička ergogenika“ (28). Ako je dovedeno u pitanje (ne)poštenost tj. (ne)pravednost tehnologije ili postoje negativne konotacije oko uporabe iste tehnologije, koriste se termini „tehnološki doping“ (7) ili „tehnodoping“ (29).

Kontroverznost oko pravednosti tehnologije u sportu može se sistematično prokazati kroz nekoliko tema (6):

1. Upotreba potporne terapijske tehnologije u sportu
2. Dostupnost i jednakost sportske opreme
3. Mijenjanje vještine potrebne za bavljenje sportom („re-skilling“) zbog nove tehnologije
4. Umanjivanje vještine potrebne za bavljenje sportom („de-skilling“) zbog nove tehnologije
5. Korištenje hipoksičnog okruženja u treningu

3.1 Upotreba potporne terapijske tehnologije u sportu

Potporna tehnologija u ovom kontekstu odnosi se na proteze i naprave koje sportaši invalidi koriste u svakodnevnom životu, treningu i natjecanju, a kontroverzna je njihova uporaba u sportovima u kojima se natječu pojedinci bez tjelesnih anomalija.

3.1.1 Slučaj Oscara Pistoriusa

Oscar Pistorius bio je predmetom rasprave u svijetu sporta kroz dulje razdoblje. Rođen je 1986. godine s malformacijom fibule i stopala, što je rezultiralo amputacijom obje potkoljenice i potrebom za protezama. Iako se bavio raznim sportovima u mladosti, sa 17 godina pokazuje zanimanje za atletiku i počinje trčati. Kao i mnogi drugi atletičari sa sličnim motoričkim deficitom, za trčanje koristio je proteze „Flexfoot“ tvrtke Össur, poznate i pod nazivom „Cheetah“ (7).

Početno zanimanje javnosti pridobio je kada je na atenskim Paraolimpijskim igrama 2004. godine uspio osvojiti zlatnu medalju u utrci na 200m i brončanu medalju u utrci na 100 m u kategoriji T43 – jednostrana amputacija potkoljenice, iako prema paraolimpijskoj klasifikaciji spada u kategoriju T44 – dvostruka amputacija potkoljenice. Time je nadmašio neke iskusnije atletičare iz T43 kategorije, što je na njega navuklo pažnju medija i paraolimpijskog svijeta sporta. Naime, nakon utrke, američki atletičar Marlon Shirley izjavio je kako je zbog veličine proteza Pistorius viši te ima duži korak, dok sportaši iz kategorije T43 nemaju tu mogućnost jer moraju veličinu proteze uskladiti s vlastitom nogom. Tako su počele sumnje da Oscar Pistorius stječe prednost nad ostalim atletičarima s manjim stupnjem invaliditeta (7).

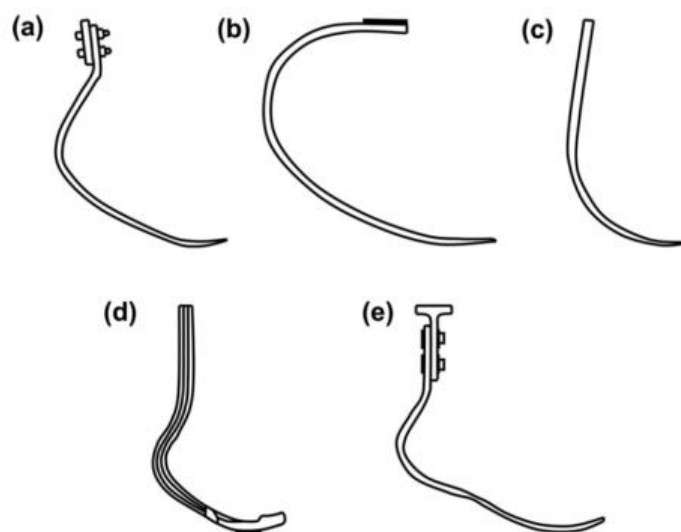
Već 2007. Pistorius je najavio svoje namjere da se natječe u Pekingu 2008. na Olimpijskim i na Paraolimpijskim igrama (6). Kako bi pokazao da se može natjecati s atletičarima bez motoričkog deficita na nacionalnoj razini, trčao je i osvojio drugo mjesto na atletskom natjecanju Južnoafričke Republike na 400 m (7). Nakon toga, podnio je službeni zahtjev Međunarodnom atletskom savezu da se natječe sa sportašima bez motoričkog deficita (6,29).

Vrijedi spomenuti da Oscar Pistorius nije prvi atletičar s tjelesnim anomalijama koji se želio natjecati na Olimpijskim igrama. Isti cilj postigli su Neroli Fairhall s Novog Zelanda,

paraplegičarka koja se natjecala u streličarstvu na Olimpijskim igrama 1984., te Marla Runyan, američka trkačica koja se natjecala na Olimpijskim igrama u Sydneyju 2000. godine (7).

Nakon još jednog značajnog uspjeha u Rimu 2007. godine, kad je Pistorius otrčao za drugo mjesto u utrci na 400 m, Međunarodni atletski savez (kratica IAAF od *eng.* International Association of Athletics Federations) pozvao je nezavisnu znanstvenu ustanovu da procjeni kakav učinak njegove proteze imaju na trčanje (29).

Proteze koje Pistorius koristi, „Cheetah“, su potkoljenične proteze koje imaju mogućnost skladištenja i vraćanja kinetičke energije (kratica ESR od *eng.* Energy Storage and Return) (6,7). Noseći dio proteze čine zakrivljene poluge u obliku slova J, načinjene od polimera karbonskih vlakana (30). Poluge imaju mogućnost komprimiranja i ekstenzije pod utjecajem tereta (6). Prebacivanje težine tijela na strukturu načinjenu od polimera karbonskih vlakana izaziva kompresivno opterećenje i tako skladišti energiju. Podizanje tereta tijela s poluge rezultira dekompresijom, vraćanjem materijala u početni oblik te tako i pasivnim povratkom energije (30). Takav mehanizam može se opisati kao mehanizam opruge (31). Smatra se da ESR proteze pružaju trkaču prednost povećanjem njegove brzine tj. smanjenjem energije potrebne da poveća brzinu i da se njihovim optimalnim korištenjem trkač može uvelike ubrzati (6,7). Također, budući da su ESR proteze načinjene od vrlo laganog materijala, potrebno je ubrzati manju masu (30).



Slika 1. Primjeri proteza donjeg uda za trčanje: a) Cheetah b) Flex-Run, c) Flex-Sprint, d) C-Sprint, e) Sprinter. Preuzeto i prilagođeno iz *The use of composite materials in modern orthopaedic medicine and prosthetic devices: A review. Compos Sci Technol. Elsevier Ltd; 2011.* (31).

Peter Bruggeman, profesor na Institutu za Biomehaniku Sveučilišta u Kolnu, i njegov tim, radili su biomehaničku i fiziološku analizu trčanja Oscara Pistoriusa na 400 m, te proveli usporedbu s petero atletičara bez fizičkih anomalija (32). Zaključili su da je povratak kinetičke energije od ESR proteza 95% (31) tj. tri puta veći nego povratak energije iz donjeg nožnog zgloba prilikom maksimalnog sprinta (32). Mjerenja su pokazala je gubitak energije u fazi dok proteza dira podlogu 9,3%, dok je gubitak energije u donjem nožnom zglobu 41,4% (32), što znači da postoji mehanička prednost od 30% nad atletičarima koji ne koriste „Cheetah“ proteze (6,7). Također, zaključili su da Pistorius ima još mjesta za napredak, jer dok trči istom brzinom kao drugi natjecatelji, troši 25% manje energije (32). Ono što nije razmotreno je performans proteza tijekom različitih faza dugog sprinta, kao što je akceleracija s početnih pozicija te trčanje u zavojima (6,30). Također, treba uzeti u obzir da se dio energije koju proteze vraćaju troši na trenje, toplinu i buku (31).

Na temelju nalaza profesora Bruggemana, IAAF je u siječnju 2008. godine Pistoriusu oduzela pravo na sudjelovanje na bilo kojem natjecanju pod pokroviteljstvom IAAF, citirajući pravilo 144.2 koje zabranjuje korištenje bilo koje tehnološke naprave koja sadržava opruge, kotače ili

bilo koji drugi element koji može pružiti prednost nad atletičarima koji ne koriste iste naprave (6,7,19,30).

Ne želeći prihvatiti odluku IAAF-a, Pistorius je tvrdio da, iako koristi mehaničke komponente koje atletičari bez fizičkih mana ne koriste, još uvijek je fiziološki sličan njima, te je svoj slučaj prezentirao arbitražnom sudu za sport (kratica CAS od *eng.* Court of Arbitration for Sport) u Lausannu (6,7,30). Zatražio je novu analizu, tzv. Houston izvješće, koja uzima u obzir sporiji start, tromost prilikom prve faze utrke i poteškoće prilikom svladavanje putanje, ponajviše u zavojima (7,29,30). CAS je opovrgnuo odluku IAAF-a, na temelju toga da Konvencija o pravima invalida ističe da sportaši s invaliditetom imaju pravo u jednakoj mjeri sudjelovati u sportskim aktivnostima, te zaključio da je prvotna IAAF analiza manjkava i puna propusta (7).

Iako je zabrana natjecanja opovrgnuta, „Cheetah“ proteze koje nosi Oscar Pistorius okarakterizirane su kao tehnička pomoć, što je sasvim normalno u za osobe s invaliditetom, ali u svijetu sporta tehnička pomoć definira se kao svaka naprava koja sportašu daje prednost nad onima koji ne koriste iste naprave, i zbog toga se smatra dopingom, tj. tehnološkim dopingom (7).

Pistorius nije uspio postići kvalificirajuće vrijeme za nacionalnu momčad u pokušaju za Olimpijske igre u Pekingu, ali je na Paraolimpijskim igrama iste godine dominirao osvojivši zlatne medalje u utrci na 100 m, 200 m i 400 m (7). Na Olimpijskim i Paraolimpijskim igrama 2012. u Londonu natjecao se koristeći ESR proteze (6,29).

3.1.2 Markus Rehm

Markus Rehm je njemački skakač u dalj, invalid s amputiranom potkoljenicom i zlatni paraolimpijac, koji se također želio natjecati sa sportašima bez motoričkih deficita na

Europskom atletskom natjecanju (6,33). Iako je ostvario kvalificirajući rezultat, Njemački atletski savez nije mu dozvolio da se pridruži nacionalnoj momčadi jer su smatrali da mu nožna proteza, također načinjena od karbonskih vlakana, pruža nepravednu prednost, objašnjavajući kako tu prednost stječe odražavajući se protezom, a ne vlastitom nogom. Nisu poduzeta nikakva istraživanja kako bi se ustvrdila točnost ovih tvrdnji (6,33).

3.1.3 Casey Martin

Casey Martin je američki golfer koji boluje od Klippel-Trenaunay-Webber sindroma, poremećaja cirkulacije u distalnom dijelu desne noge. Prilikom natjecanja Martin je koristio motorno golfsko vozilo dok se kretao između rupa na golfskom terenu, jer je hodanje bilo iznimno bolno (33). Golfska vozila u profesionalnom golfu u to vrijeme bila su zabranjena, jer je Savez profesionalnih golfera smatrao da ta tehnologija mijenja samu prirodu igre tako što umanjuje utjecaj hodanja od rupe do rupe (6,33). Martin je uložio žalbu Vrhovnom sudu tvrdeći da su vozila dio njegovo profesionalnog zanimanja. Žalba je odobrena te je Vrhovni sud zaključio da korištenje vozila ne mijenja bit sporta, nije bitan čimbenik u igranju sport te ni na koji način ne daju prednost igraču (6,33).

3.2 Dostupnost i jednakost sportske opreme

Velika pozornost u posljednjih nekoliko desetljeća pridavala se sportskoj opremi u plivanju, tj. utjecaju modernih plivačkih odijela na probijanje svjetskih plivačkih rekorda (6). Kompanija sportske opreme Speedo započela je revoluciju u uvođenju tehnoloških novina 1992. godine, kada je predstavila novo plivačko odijelo S2000 za Olimpijske igre u Barceloni (34). S2000 odijelo navodno smanjuje otpor tijela u vodi za 15%, a plivači koji su koristili ta odijela osvojili su 53% medalja u plivanju te godine (35). Speedo je 1996. godine otišao korak dalje i otkrio Aquablade odijelo, za koje su tvrdili da ima 8% manju površinsku rezistenciju od S200 (35), čije je korištenje Svjetska organizacija vodenih sportova (kratica FINA od *špa.* Fédération Internationale de Natation Amateur) odobrila (34,36). Kasnije se pokazalo kako je 77% plivača koji su nosili Aquablade odijelo na Olimpijskim igrama u Atlanti osvojilo medalje (34,35). FINA je 1999. godine odobrila i sljedeću Speedovu tehnološku inovaciju, plivačko odijelo Fastskin, koje pokriva čitavo tijelo (34).

Fastskin odijelo zamišljeno je prema koži morskog psa, koja ima sitne grebene te tako omogućuje bolji potisak u kretanju kroz vodu (34). Dizajn odijela napravljen je da naglasi siluetu tijela, smanji rezistenciju vode i otpor kretanju kroz fluid te komprimira mišiće postižući tako najbolji učinak (34). Promoviralo se da poboljšava performans za 3% u odnosu na Aquablade (34), te da smanjuje otpor kretanja kroz vodu za 7,5% (35), jer je izrađeno od teflona omotanog likrom koji je oblikovan tako da prati tjelesne linije (34). Velika rasprava stvorila se među plivačima, trenerima, sponzorima te čelnicima sporta, jer se smatralo da odijela pružaju nepravednu prednost na više osnova (36). Budući da je Fastskin ima sitne grebene po uzoru na kožu morskog psa koji umanjuju otpor i turbulenciju tako da usmjeravaju tok vode preko tijela, odijelo se može okarakterizirati kao uređaj (34). Nadalje, elastična svojstva tkanine odijela i

vrlo uzak kroj bitan su čimbenik u kompresiji mišića, što na umjetan način pridonosi smanjivanju mišićnih vibracija (34). Također, učinkovitost odijela veća je ako je odijelo rađeno po mjeri, pomoću tehnologije skeniranja tijela koja određuje optimalne pozicije za postavljanje šavova i obrisa na odijelu (34). Naposljetku, u podlaktice je umetnuta tkanina koja oponaša kožu i daje plivaču bolji osjećaj pritiska vode dok se kreće kroz nju (34). Na osnovi ovih činjenica može se reći da odijela krše pravilo FINA-e SW 10.8 (zabrana upotrebe bilo kojeg uređaja ili naprave koji pomože u dobivanju brzine, uzgona ili izdržljivosti tijekom natjecanja) (34).

Dodatnu kontroverzu izazvalo je to što je Speedo bio glavni sponzor australske plivačke momčadi, te je samo nekolicina plivača dobila odijela napravljena po mjeri, što je zabrinulo trenere da ostali plivači neće imati jednake uvjete kao i oni koji imaju odijela pa je nastao prijedlog da se sva odijela zabrane ako ne mogu biti dostupna svima. Speedo se branio da su odijela dana samo određenim plivačima jer se još uvijek testiraju (36). Kako bi osigurali da odijela nisu oduzeta njihovim plivačima, Australijski olimpijski savez tražio je presudu CAS-a da su odijela legalna za korištenje. Odgovor CAS-a bio je da nije u njihovoj nadležnosti da odlučuju o legalnosti opreme, te da se plivači trebaju držati smjernica FINA-e, koja je odobrila korištenje odijela (36). Kontroverza oko dostupnosti Fastskin odijela svim plivačima i jednakosti utihnula je do Olimpijskih igara 2000. godine. Budući da je Speedo bio sponzor i većine drugih nacionalnih plivačkih momčadi, u Sydneyju većina plivača natjecala se noseći Fastskin (36). Koliko su značajan utjecaj odijela imala, govori podatak da je 83% plivača koji su osvojili medalje, učinilo to natječući se u Fastskin odijelu (34,35), a postavljeno je deset novih svjetskih rekorda u slobodnom stilu (23).

Veliku promjenu u dizajnu Speedo je napravio kad je 2008. godine lansirao liniju LZR Racer odijela koja su načinjena ultrazvučnim spajanjem više poliuretanskih panela na strateški bitnim

mjestima na odijelu (23,35). Time se dobio aerodinamični učinak kompresije te efekt korzeta koji drži tijelo visoko u vodi i umanjuje turbulenciju i otpor kretanju (34). Smatra se da je otpor kretanju kroz vodu reducirana smanjenjem poprečnog presjeka tijela plivača (23), te je za 38% manji u odnosu na odijela prije 1992. godine, a dodatni uzgon postiže se jer odijelo zarobi zrak (35). Također, odijela imaju i psihološki učinak; plivači su prijavili da osjećaju da mogu brže plivati u njima (34). Nedostatci LZR Racing odijela su što su nepraktična i potrebno je 15-20 minuta kako bi se navukla (34,35), te bi se mogla nositi samo nekoliko puta prije nego se učinak kompresije izgubi. (34) Odijela su prilično kruta, što može pogoršati iscrpljenost prilikom plivanja na duže staze.(23) Konkurenta tvrtka sportske opreme Arena tada je prvi put okarakterizirala plivačka odijela kao tehnološki doping (23,34).



Slika 2. Michael Phelps u LZR Racing odijelu. Preuzeto i prilagođeno iz Stefani R. Olympic swimming gold: The suit or the swimmer in the suit? Significance. 2012. (35).

Nakon što je na Svjetskom prvenstvu u plivanju u Rimu 2009. probijeno 43 rekorda (6,37), te više od 130 svjetskih rekorda sveukupno u manje od godinu dana, FINA je 2010. godine donijela zabranu plivačkih odijela pune dužine i onih odijela načinjenih od poliuretana (23,34,35). Odijela koja pokrivaju tijelo od struka do koljena (za muškarce) te od ramena do koljena (za žene) ostala su dozvoljena (34).

Kako bi se odgovorilo na pitanje koliko utjecaj odijela imaju na performans plivača, provedeno je više istraživanja (23,35,37). Zaključci koji se mogu izvesti iz tih istraživanja su da je fenomen rušenja mnogobrojnih rekorda u plivanju jedinstven, te nije ovisan o spolu, o vrsti natjecanja, inovacijama u procesu treninga, pojedinim plivačima te nije rezultat promjene u pravilima sporta. Jedina promjena koja je prednjačila ovom fenomenu je uvođenje navedenih plivačkih odijela (37). Napredak u performansu koji su donijela odijela je minimalan. Ako se gleda napredak brzine prema najboljim vremenima u posljednjih 25 godina, uvođenje odijela pune dužine 2000. godine poboljšalo je performans u muškom slobodnom stilu za maksimalno 1,4%, uvođenje poliuretanskih odijela 2008. godine za dodatnih 3,5%, a u 2009. godini taj postotak išao je do 5,5% (23). Ako pogledamo napredak olimpijskih rezultata, korištenje LZR Racing odijela u Sydneyju 2008. godine poboljšalo je rezultate za samo 1,7% u odnosu na Olimpijske igre 2004. u Ateni (35). Štoviše, nakon povratka na odijela koja su bliže konvencionalnima, napredak prosječnih postignutih rezultata bio je čak i bolji, što ukazuje da odijela možda ne pružaju toliko tehnološku prednost, koliko psihološku (35).

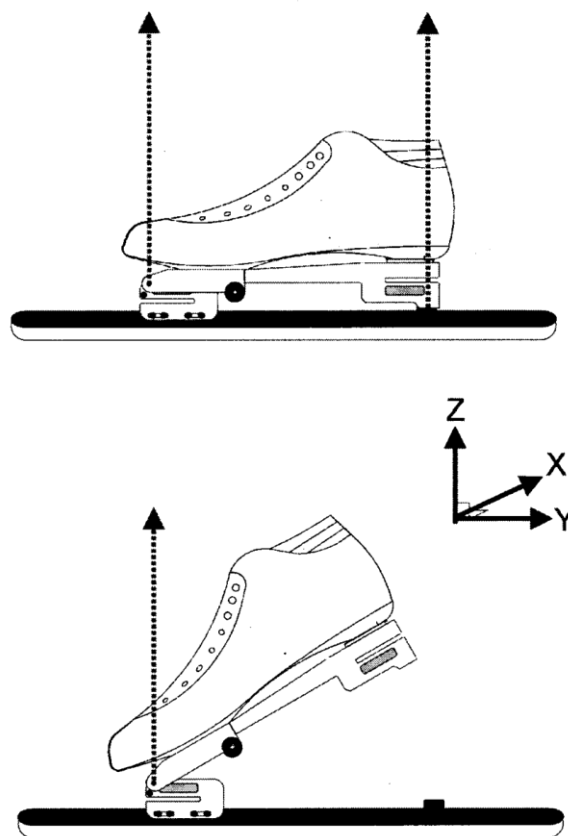
Prema tim saznanjima može se zaključiti da su riječi potpredsjednika tvrtke Speedo, Stu Isaaca, točne; moderno plivačka odijelo nije stvorilo, nego samo poboljšalo upravljanje postojećih sila kojim se služe plivači (34).

3.3 Mijenjanje vještine potrebne za bavljenje sportom („re-skilling“) zbog nove tehnologije

Pojam „re-skilling“ nije novi, koristi se u ponajviše u sociologiji rada, kako bi se opisalo mijenjanje razine vještine potrebne za obavljanje pojedinog posla. U sportu ovaj se termin odnosi na povećanu razinu vještine potrebne za svladavanje određenog zadatka ili čak značajnu promjenu cijelog seta vještina (6,38).

3.3.1 Brzo klizanje

U brzom klizanju ovaj fenomen pojavio se 1997. godine, kada su se službeno počele koristiti „klapskate“ klizaljke (39). Ovakav tip klizaljki ima mehanizam poput šarki, koji omogućava odvajanje stražnjeg dijela cipele od oštrice klizaljke. To dopušta klizaču da flektira stopalo plantarno na kraju potiska, te tako oštrica klizaljke ostaje u kontaktu s ledom duže i ostvaruje duže trajanje potiska (39). Klizači stvaraju 12% više snage potiska te su zbog toga 5% brži (40). Smatralo se da je prilikom korištenja klasičnih klizaljki cilj izbjeći plantarnu fleksiju, inače se vrh oštrice nagne na led i pritisne ga, stvarajući veće trenje te da klizaljka tipa „klapskate“ kombinira prednosti klizanja s mogućnosti korištenja plantarne fleksije, kao u trčanju (39). Istraživanje na deset najbržih klizača pokazalo je da nema razlike u trenju između klasičnih i „klapskate klizaljki“ (40).



Slika 3. "Klapskate" klizaljke. Prikazan je mehanizam odvajanja, a strelice pokazuju smjer djelovanja sile koja se može mjeriti. Preuzeto i prilagođeno iz Houdijk H, De Koning JJ, De Groot G, Bobbert MF, Van Ingen Schenau GJ. Push-off mechanics in speed skating with conventional skates and klapskates. *Med Sci Sports Exerc.* 2000 (41).

Otkriveno je da je pravi razlog povećane snage potiska zapravo mogućnost da se stopalo rotira oko specifične točke, koja se nalazi na mjestu glave metatarzalnih kostiju stopala (40). Naime, prilikom korištenja klasičnih klizaljki, stopalo se odigne u točki koja se nalazi daleko ispred prstiju stopala te se stvara poluga čiji je dugi krak velik i samim time potrebno je koristiti veću snagu mišića lista za potisak. U „klapskate“ klizaljka, stopalo se odigne na mjestu glave metatarzalnih kostiju, dugi krak poluge je kraći, te je potrebno manje energije uložiti da bi mišići lista izveli potisak (40).

Ova promjena u klizaljka zahtijevala je i promjenu tehnike, povećano korištenje koljena, donjeg nožnog zgloba i drugačiji tip koordinacije, te je mnogim elitnim klizačima to bilo teško

prihvatiti (39). Uslijedili su pokušaji zabrane novog tipa klizaljki, a predsjednik klizačkog saveza SAD-a nazvao je „klapskate“ klizaljke mehaničkim uređajem, te ga usporedio s dopingom (39). Naposljetku se dizajner klizaljki, Van Ingen Schenau, i sam složio s mišljenjem da je potrebna promjena tehnike, ali sav dodatan trud mora uložiti klizač (39).

3.3.2 Tenis

U tenisu se „re-skilling“ fenomen pojavio kada su predstavljani tzv. „spaghetti“ reketi (6). To su teniski reketi koji imaju dvostruki sloj struna, što im omogućuje da zgrabe tenisku lopticu, zadrže ju nešto duže i tako dostave dodatni spin na lopticu (38). Mnogi tenisači ostali bi zbunjeni kada bi primili lopticu s takvim spinom, te bi to rezultiralo njihovom pogreškom i na kraju porazom. Svjetski teniski savez (kratica ITF od *eng.* International Tennis Federation) zaključio je da takvi reketi kompromitiraju atletsku narav sporta te u ih u konačnici zabranio (38).

Sličan fenomen u tenisu pojavio se oko dizajna teniske loptice još 1924. godine. Postojala je pretpostavka da su američke loptice lakše nego europske, što bi značilo da bi se igrači morali prilagoditi na novi osjećaj loptice kada dolaze igrati na nepoznatom terenu (38). ITF korigirao je ovu nepravilnost uvođenjem posebnih specifikacija kompresije teniske loptice (38).

3.3.3 Trčanje

U trčanju kontroverzu je izazvalo korištenje elektronskog čipa, koji bi mjerio vrijeme utrke svakom trkaču (42). Čipovi bi bili pričvršćeni za tenisicu trkača, te bi prilikom prolaska kroz start i cilj odašiljali signal. Vrijeme između ta dva signala bilo bi izmjereno pojedinačno za svakog trkača (42). Problem nastaje kada je potrebno odrediti pobjednika i redoslijed trkača, jer onaj tko je prvi prošao kroz cilj ne mora nužno imati i najbolje vrijeme prema čipu (42). Također, određena razina „re-skilling-a“ bila bi potrebna jer trkači ne bi mogli vidjeti tko je u prednosti te prema tome ne bi znali prilagoditi ritam trčanja (6,42).

Na maratonu u Chicagu 2008. godine, amaterska trkačica koja je startala 5 minuta poslije profesionalnih trkača, prema vremenu na čipu trebala je završiti na 4. mjestu, no organizatori su odbili nagraditi ju novčanom nagradom, tvrdeći da nije jedan od profesionalnih trkača (42). Sličan primjer dogodio se na ženskom Nike maratonu 2008. kad je još jedna trkačica startala u amaterskoj utrci 20 minuta nakon profesionalnih trkača, ali vrijeme koje je postigla, bilo je bolje za 11 minuta od bilo koje druge trkačice (42).

3.4 Umanjivanje vještine potrebne za bavljenje sportom („de-skilling“) zbog nove tehnologije

Upotreba pojma „de-skilling“ insinuirala da je uvođenje tehnologije olakšalo bavljenje sportom smanjivanjem vještine potrebne za izvođenje određenog zadatka (38).

U golfu je razvitak sportske opreme imao veliku ulogu u olakšavanju igre. Golfske palice koje imaju na glavi palice žljebove četvrtastog oblika tj. oblika slova U, zabranjene su 1990. godine, jer je Savez profesionalnih golfera (kratica PGA od *eng.* Professional Golfers' Association) smatrao da pružaju nepravednu prednost igračima koji ih koriste (5,43). Naime, mnogi igrači prijavili su da takve palice stvaraju veći spin, te tako omogućuju bolju kontrolu loptice, što u konačnici rezultira većom preciznošću udarca (5). Savez profesionalnih golfera zaključio je da takve palice umanjuju vrijednost prave vještine u golfu te zabranio njihovo korištenje (5).

Mnogo rasprave odvijalo se i oko dizajna golf loptice. Prelaskom na korištenje novih loptica s gumenom jezgrom, došlo je do nezadovoljstva mnogih profesionalnih golfera, koji su usavršili igru sa starom latex lopticom (44). Dizajn loptice s gumenom jezgrom omogućavao je da loptica prijeđe veću udaljenost pri jednom udarcu, što bi značilo da je potrebno manje udaraca da se

završi igra. Korištenje loptice s gumenom jezgrom dozvoljeno je unatoč protestu te je Savez profesionalnih golfera na taj način prihvatio određenu razinu „de-skillinga“ u sportu golfa (44). Uvođenje „Polara“ loptice nije naišlo na jednaku razinu odobravanja (44). Novi dizajn, fokusiran na optimalan broj rupica na površini, smanjivao je tendenciju loptice da se zakači ili presiječe palicom (44). Takva inovacija pogodovala je manje vještim igračima te je zbog toga korištenje „Polara“ loptice zabranjeno (6).

3.5 Korištenje hipoksičnog okruženja u treningu

Tehnika treninga koja podrazumijeva korištenje tehnoloških naprava kao što su hipoksične komore ili šatori, gleda se s margina sportske etike (45,46). Čak dva sportska tijela (WADA, Australški nogometni savez) ispitivala su moralnost korištenja ove tehnike treninga (45,46). U 2006. godini WADA je pokrenula istraživanje koje je trebalo zaključiti postoje li kriteriji za zabranu (3) korištenja hipoksičnih okruženja u sportu (45). Zaključeno je da takva tehnologija uistinu može poboljšati performans tako što se udisanjem zraka bogatog dušikom potiče endogena proizvodnja eritropoetina, povećanje količine eritrocita i veći dovod kisika u mišiće (45). Takve komore ili šatori imitiraju prednosti visinskog treninga bez mijenjanja geografske lokacije (47). Australški Institut za Sport u svom istraživanju zaključio je da korištenje takvih hipoksičnih okruženja može poboljšati izdržljivost za 0,8% (46).

Prema tome, može se reći da se korištenje takve tehnologije podudara s prvom točkom WADA kriterija za zabranu određene tvari ili metode (3). Međutim, ova metoda treninga ne narušava zdravlje sportaša ako se vrši nad pravilnim medicinskim nadzorom, na umjerenoj simulaciji visine te s pouzdanom opremom, i kao takva ne ispunjava drugu točku kriterija za zabranu (3,45). Ključni problem je determinirati je li korištenje hipoksičnih okruženja u treningu protivno „duhu sporta“ tj. krši li integritet sporta. Budući da je integritet sporta definiran s više

vrijednosti (etika, „fair play“, poštenje, zdravlje, izvrsnost, karakter i edukacija, zabava i radost, timski rad, predanost, poštovanje pravila i zakona, hrabrost) koje je teško mjeriti, zaključeno je da se to ne može odrediti (45). Također, nije logično zabraniti hipoksične komore, a dopustiti korištenje treninga s utezima ili toplinske komore. U konačnici, sportaši uvijek imaju opciju da se uistinu pripremaju na višim geografskim područjima što bi ostvarilo jednaki učinak (46). WADA nije formalno zabranila korištenje hipoksičnih komora i šatora (25), a Australijski nogometni savez poručio je da takva tehnologija ne krši pravila, no šalje pogrešnu poruku o sportu (46).

ZAHVALE

Zahvaljujem se prof.dr.sc. Jagodi Doko Jelinić, što je mentorirala ovaj rad, te doc.dr.sc Milanu Miloševiću što mi je privukao pažnju na sportsku medicinu.

Velike zahvale idu mojim cimerima koji su me pratili kroz studentski život, prijateljima koji su ovaj rad poboljšali svojim sugestijama te svim posebnim osobama koje su bile uz mene tijekom mog akademskog obrazovanja.

Najviše sam zahvalan svojoj obitelji koja me podupirala, kako cijeli život, tako i u ovih šest godina studiranja.

LITERATURA

1. de Hon O, Kuipers H, van Bottenburg M. Prevalence of Doping Use in Elite Sports: A Review of Numbers and Methods. *Sport Med.* 2014;45(1):57–69.
2. Schermer M. On the argument that enhancement is “cheating.” *J Med Ethics.* 2008;34(2):85–8.
3. Anti-doping W. Code 2015. 2015; Available from: <https://www.wada-ama.org/en/resources/the-code/world-anti-doping-code>
4. Haake SJ. The impact of technology on sporting performance in olympic sports. *J Sports Sci.* 2009;27(13):1421–31.
5. Miah A. Rethinking enhancement in sport. *Ann N Y Acad Sci.* 2006;1093:301–20.
6. Dyer B. The controversy of sports technology: a systematic review. Springerplus. Springer International Publishing; 2015;4(1).
7. Marcellini A, Ferez S, Issanchou D, De Léséleuc E, McNamee M. Challenging human and sporting boundaries: The case of Oscar Pistorius. *Perform Enhanc Heal* [Internet]. Elsevier Ltd; 2012;1(1):3–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.peh.2011.11.002>
8. Miah A. Genetic technologies and sport: The new ethical issue. *J Philos Sport.* 2001;28(1):32–52.
9. The World Anti-doping agency. Standard prohibited list 2018. 2018;(JANUARY):1–10. Available from: https://www.wada-ama.org/sites/default/files/prohibited_list_2018_en.pdf
10. Birzniece V. Doping in sport: Effects, harm and misconceptions. *Intern Med J.* 2015;45(3):239–48.
11. Bamberger M, Yaeger D. Over the edge: special report. *Sports Illustrated.* 1997;86: 64.
12. Pielke R. Assessing Doping Prevalence is Possible. So What Are We Waiting For? *Sport Med.* Springer International Publishing; 2018;48(1):207–9.
13. Garthe I, Maughan RJ. Athletes and Supplements: Prevalence and Perspectives. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* [Internet]. 2018;28(2):126–38. Available from: <https://journals.humankinetics.com/doi/10.1123/ijsnem.2017-0429>
14. Kondric M, Sekulic D, Uljevic O, Gabrilo G, Zvan M. Sport nutrition and doping in tennis: An analysis of athletes’ attitudes and knowledge. *J Sport Sci Med.* 2013;12(2):290–7.
15. Summary E, Report S, Report TA, Analysis ABPR. Anti-Doping Testing Figures Executive Summary. 9:10–36.
16. Aguilar M, Muñoz-Guerra J, Plata M del M, Del Coso J. Thirteen years of the fight against

- doping in figures. *Drug Test Anal.* 2017;9(6):866–9.
17. Saugy M, Lundby C, Robinson N. Monitoring of biological markers indicative of doping: The athlete biological passport. *Br J Sports Med.* 2014;48(10):827–32.
 18. Vernec AR. The athlete biological passport: An integral element of innovative strategies in antidoping. *Br J Sports Med.* 2014;48(10):817–9.
 19. Balmer N, Pleasence P, Nevill A. Evolution and revolution: Gauging the impact of technological and technical innovation on Olympic performance. *J Sports Sci.* 2012;30(11):1075–83.
 20. Lippi G, Banfi G, Favaloro EJ, Rittweger J, Maffulli N. Updates on improvement of human athletic performance: Focus on world records in athletics. *Br Med Bull.* 2008;87(1):7–15.
 21. De Koning JJ. World records: How much athlete? How much technology? Vol. 5, *International Journal of Sports Physiology and Performance.* 2010. p. 262–7.
 22. Dyer B. The Progression of Male 100 m Sprinting with a Lower-Limb Amputation 1976–2012. *Sports* [Internet]. 2015;3(1):30–9. Available from: <http://www.mdpi.com/2075-4663/3/1/30/>
 23. Foster L, James D, Haake S. Influence of full body swimsuits on competitive performance. *Procedia Eng.* 2012;34(0):712–7.
 24. Hemphill D. Performance enhancement and drug control in sport: ethical considerations. *Sport Soc* [Internet]. Taylor & Francis Group ; 2009 Apr 12 [cited 2018 May 7];12(3):313–26. Available from: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/17430430802673668>
 25. James D. The ethics of using engineering to enhance athletic performance. *Procedia Eng* [Internet]. Elsevier; 2010;2(2):3405–10. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.proeng.2010.04.165>
 26. Loland S. The ethics of performance-enhancing technology in sport. *J Philos Sport.* 2009;36(2):152–61.
 27. William H. *Sport and Technology: Ethics on the Cutting Edge.* 1991;(LI).
 28. Andrew Holowchak M. Ergogenic aids and the limits of human performance in sport: Ethical issues, aesthetic considerations. *J Philos Sport.* 2002;29(1):75–86.
 29. Wolbring G, Tynedal J. Pistorius and the media: Missed story angles. *Sport Technol.* 2013;6(4):177–83.
 30. Jones C, Wilson C. Defining advantage and athletic performance: The case of Oscar Pistorius. *Eur J Sport Sci.* 2009;9(2):125–31.
 31. Scholz MS, Blanchfield JP, Bloom LD, Coburn BH, Elkington M, Fuller JD, et al. The use of composite materials in modern orthopaedic medicine and prosthetic devices: A review. *Compos Sci Technol* [Internet]. Elsevier Ltd; 2011;71(16):1791–803. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.compscitech.2011.08.017>

32. Oscar Pistorius - Independent Scientific study concludes that cheetah prosthetics offer clear mechanical advantages| News | iaaf.org [Internet]. IAAF. 2008 [cited 2018 May 9]. Available from: <https://www.iaaf.org/news/news/oscar-pistorius-independent-scientific-stud-1>
33. Baker DA. The “Second Place” Problem: Assistive Technology in Sports and (Re) Constructing Normal. *Sci Eng Ethics*. 2016;22(1):93–110.
34. Craik J. The Fastskin Revolution: From Human Fish to Swimming Androids Introduction: Re-fashioning the Swimming Body. *Cult Unbound* [Internet]. 2011;3(3):71–82. Available from: <http://www.cultureunbound.ep.liu.se>
35. Stefani R. Olympic swimming gold: The suit or the swimmer in the suit? *Significance*. 2012;9(2):13–7.
36. Magdalinski T. Performance Technologies: Drugs and Fastskin at the Sydney 2000 Olympics. *Media Int Aust* [Internet]. 2000;(97):59–69. Available from: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=ufh&AN=LIASMM40778&%5Cnlang=de&site=ehost-live>
37. LANTY M. O’CONNOR, JOHN A. VOZENILEK. IS IT THE ATHLETE OR THE EQUIPMENT? AN ANALYSIS OF THE TOP SWIM PERFORMANCES FROM 1990 TO 2010. 2011;25(12):3239–41.
38. Sheridan H. Tennis technologies: De-skilling and re-skilling players and the implications for the game. *Sport Soc*. 2006;9(1):32–50.
39. Van Hilvoorde I, Vos R, De Wert G. Flopping, klapping and gene doping: Dichotomies between “natural” and “artificial” in elite sport. *Soc Stud Sci*. 2007;37(2):173–200.
40. Scientific explanation for success of klapskate [Internet]. [cited 2018 May 14]. Available from: <http://www3.scienceblog.com/community/older/2001/C/200113342.html>
41. Houdijk H, De Koning JJ, De Groot G, Bobbert MF, Van Ingen Schenau GJ. Push-off mechanics in speed skating with conventional skates and klapskates. *Med Sci Sports Exerc*. 2000;32(3):635–41.
42. Sailors PR. More than a pair of shoes: Running and technology. *J Philos Sport*. 2009;36(2):207–16.
43. Carr CL. Fairness and performance enhancement in sport. *J Philos Sport*. 2008;35(2):193–207.
44. Vamplew W. Playing with the rules: Influences on the development of regulation in sport. *Int J Hist Sport* [Internet]. 2007;24(7):843–71. Available from: <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09523360701311745>
45. Loland S, Caplan A. Ethics of technologically constructed hypoxic environments in sport. *Scand J Med Sci Sports* [Internet]. 2008;18:70–5. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1600-0838.2008.00834.x>
46. Spriggs M. Hypoxic air machines: Performance enhancement through effective training - Or cheating? *J Med Ethics*. 2005;31(2):112–3.

47. Miah A. From anti-doping to a “performance policy” sport technology, being human, and doing ethics. *Eur J Sport Sci.* 2005;5(1):51–7.

ŽIVOTOPIS

Martin Oroz rođen je u Zagrebu 20.01.1994. godine. Osnovnu i srednju školu (smjer gimnazija) završava u Petrinji. Aktivno trenira košarku 8 godina. Obrazovanje na Medicinskom fakultetu u Zagrebu započinje 2012. godine.

Dobitnik je Dekanove nagrade za uspjeh u akademskoj godini 2012./2013.

Tijekom studija bavi se veslanjem, polaže Crorc BLS i ILS tečaj te radi kao bolničar na UNIZG natjecanjima. Volontirao je na Europskim Sveučilišnim Igrama u Zagrebu 2016. godine kao član Medicinskog tima. Radio je kao član CROMEDIC tima na Outlook festivalu u Puli 2017. godine.

Od 2015./2016. preuzima ulogu voditelja Studentske sekcije za kirurgiju.

U ak. god. 2017./2018. djeluje kao demonstrator na Katedri za kirurgiju.