

TECHNODOPING – GRANICE DOZWOLONEGO WSPOMAGANIA BIOMECHANICZNEGO

TECHNODOPING – THE LIMITS OF PERMISSIBLE BIOMECHANICAL SUPPORT

Beata Kusiak-Obora¹, Wojciech Gawroński²

¹ Studia III stopnia, Akademia Wychowania Fizycznego, Kraków

² Zakład Medycyny Sportowej, Akademia Wychowania Fizycznego, Kraków

Streszczenie

Celem pracy była analiza zjawiska dopingu technologicznego wśród sportowców przy uwzględnieniu granic dozwolonego wspomaganie biomechanicznego. Przybliżono zagadnienie dopingu i wspomaganie w sporcie. Spośród sportowców stosujących innowacje technologiczne przywołano postać niepełnosprawnego biegacza Oscara Pistoriusa, któremu zastosowanie i udoskonalenia sprzętu pozwoliły na ubieganie się o współzawodnictwo z pełnosprawnymi sportowcami. W pracy dokonano przeglądu technicznych udoskonaleń sprzętu sportowego i nowych technologii wykorzystywanych we współczesnym sporcie. Przytoczono przykłady nowinek technologicznych zastosowanych przez licznych sportowców z wielu dyscyplin, m.in. pływaków, lekkoatletów, piłkarzy czy narciarzy. Poddano w wątpliwość zasadność stosowania udoskonaleń sprzętu w międzyludzkiej rywalizacji sportowej.

Słowa kluczowe: *doping, technologie w sporcie, wspomaganie biomechaniczne*

Abstract

The aim of this article was to analyse the phenomenon of technological doping among athletes with focus on limits of permissible biomechanical support. The issue of doping and support in sport was outlined. Among the athletes using technological innovation the disabled runner Oscar Pistorius was referred to improved equipment that was applied in his case and allowed him to compete with able-bodied athletes. This work reviews technical improvements of sports equipment and new technologies used in modern sport. The article also quotes technological innovations used by numerous sportsmen in many sports disciplines, such as: swimmers, athletes, footballers or skiers. Doubts about the importance of using the improved equipment in interpersonal sporting competition was emphasized.

Key words: *doping, technology in sport, biomechanical support*

Rywalizacja od zawsze towarzyszyła człowiekowi i nieustannie zajmując kolejne sfery jego życia, coraz częściej zmuszała do przełamywania różnorodnych barier. Maksymalizacja wyników to główny cel sportu wyczynowego, który „przybiera obecnie postać widowiska, którego uczestnikami są jednostki o ponadprzeciętnych zdolnościach ruchowych i możliwościach psychofizycznych, poddających się intensywnemu treningowi oraz surowym rygorom życia osobistego” [1]. Dążąc do zamierzonego celu, często w obawie przed niespełnieniem, sportowiec sięga niekiedy po różnego rodzaju wspomaganie.

Wspomaganie a doping

Z uwagi na powszechność zjawiska, nie jest łatwo jednoznacznie zdefiniować wspomaganie. Zakres środków i metod stosowanych w celu wspomaganie stale zwiększa się za sprawą postępu nauk medycznych czy też intensywnego rozwoju technologii sportowej.

W wielu publikacjach dostrzec można nieścisłości terminologiczne pojęć dopingu i wspomaganie. Terminy te pomimo etymologicznych różnic często używane są zamiennie, co niejednokrotnie dezorientuje i powoduje nadużycia. Zbyt dużo uogólnień rozmywa esencję pojęcia dopingu, a potoczne rozumienie go, jako środka potęgującego siłę, okazuje się być pozorne.

Początkowo pojęcie dopingu osadzono w ramy klasycznej definicji opracowanej przez MKOl, zgodnie, z którą „dopingiem jest podanie lub zastosowanie przez sportowców jakiegokolwiek substancji, która jest obca dla organizmu lub jakiegokolwiek fizjologicznej substancji użytej w nieprawidłowej dawce lub niefizjologiczną drogą w zamiarze podwyższenia w sztuczny, czyli nieuczciwy sposób zdolności wysiłkowej podczas zawodów” [2]. Obecnie definicja ta nie obejmuje zmian zachodzących w zjawisku dopingu. Z uwagi na fakt pojawiania się coraz to nowych leków, substancji oraz manipulacji stosowanych przez zawodników,

niejednokrotnie starano się uściślić pojęcie dopingu. Efektem licznych opracowań jest współcześnie obowiązująca definicja, oparta na wiodących przepisach WADA (World Anty doping Agency) [2], według której dopingiem jest:

- użycie środka (substancji lub metody), który jest potencjalnie szkodliwy dla zdrowia zawodników i/lub może wpływać na zwiększenie ich zdolności wysiłkowej;
- obecność w organizmie zawodników zabronionych substancji lub potwierdzenie ich użycia, i/lub stwierdzenie zastosowania zabronionych metod.

Uzupełnieniem definicji jest lista zabronionych substancji i metod uznanych za dopingujące. Lista ta jest systematycznie uzupełniana o nowe środki, co daje możliwość bieżącego monitorowania nowinek oraz podstawę do skuteczniejszego przeciwdziałania wykraczaniu poza dozwolone granice. O umieszczeniu danego środka na liście decyduje przede wszystkim kryterium bezpieczeństwa zawodników. Na pierwszy plan wysunięte zostały bowiem negatywne dla zdrowia sportowców skutki stosowania środków farmakologicznych i zabronionych metod dopingowych.

Wspomaganie i jego rozumienie

W potocznym rozumieniu wspomaganie jest kojarzone (podobnie jak doping) z dodawaniem atrybutów mających pomóc w osiągnięciu zamierzonego celu. Wszystkie środki stosowane przez sportowców Williams określił jako wspomaganie. Zgodnie z Jego definicją wspomaganie są wszystkie „substancje wprowadzone do organizmu (lub techniki pokrewne stosowane dla zwiększenia poboru tych substancji) w celu zwiększenia siły fizycznej, sprawności mechanicznej, poprawy odporności psychicznej, przede wszystkim poprzez działanie na korzyść jednego lub więcej procesów wpływających na rozwój wymienionych cech”. Williams wyróżnia 5 rodzajów środków wspomagających (ergogenicznych): biomechaniczne; psychologiczne; żywieniowe; farmakologiczne; fizjologiczne. Wynika z tego ogólny podział na wspomaganie zabronione; substancje i metody uznane za dopingujące oraz wspomaganie dozwolone: – czyli pozostałe substancje i metody nie ujęte na liście [3].

Williams zaznacza, że termin ergogenik pochodzi od greckich słów *ergon* - praca i *gennan* - produkować, co tłumaczy odniesienia do czegoś co produkuje energię bądź zwiększa ilość wykonywanej pracy. Większość środków wspomagających ma na celu polepszenie sprawności fizycznej przez zwiększenie mocy fizycznej (produkcja energii), odporności psychicznej (kontrola ilości energii) czy sprawności mechanicznej (wydatkowanie energii). W konsekwencji ma to zapobiec zmęczeniu zawodnika lub opóźnić jego wystąpienie. Zwiększanie sprawności mechanicznej odbywa się na zasadzie dwóch metod:

1. doskonalenia biomechanicznych funkcji układu ruchu człowieka w celu zwiększania wydajności poprzez zmniejszenie masy ciała, głównie zawartości tłuszczu w organizmie;
2. doskonalenie biomechaniki organizmu w celu zwiększenia stabilności ciała poprzez zwiększenie masy ciała, szczególnie masy tkankowej mięśni. Niektóre z tych środków wspomagających są akceptowane i powszechne stosowanie w procesie treningowym. Doskonalenie biomechanicznych możliwości odbywa się na zasadzie wykorzystania wspomaganie mechanicznego, np. w pływaniu – dla poprawy ekonomiki ruchu stosuje się płetwy ręczne. Poprawa mechanicznej sprawności jest możliwe dzięki wykorzystaniu przez zawodnika odpowiednich ubrań sportowych oraz sprzętu [3].

Wspomaganie biomechaniczne w sporcie osób niepełnosprawnych

Unowocześnienia techniki i technologii w sporcie (ich ciągły progres) poddają w wątpliwość przekonanie, że skoncentrowanie się na optymalizacji właściwego procesu treningowego jest jedynym i najskuteczniejszym sposobem na przełamywanie barier zdolności psychofizycznych człowieka. Sportowcem, który w ostatnim czasie sprowokował gorące dyskusje odnośnie stosowania innowacji technologicznych w sporcie był Oscar Pistorius, niepełnosprawny od urodzenia (brak stóp i kości strzałkowych nóg) lekkoatleta z RPA. Posługuje się specjalnymi protezami nóg i jest rekordzistą świata w sprincie niepełnosprawnych (100, 200 i 400 m). W marcu 2007 roku w krajowych mistrzostwach sportowców pełnosprawnych był drugi w biegu na 400 m. „Blade Runner”, bo tak się go określa, w 2008 roku zamarzył o udziale w rywalizacji z pełnosprawnymi sportowcami w zawodach międzynarodowych [4-7]. Spory w tej kwestii ostatecznie rozwił Trybunał Arbitrażowy MKOl dopuszczając zawodnika do współzawodnictwa ze sportowcami pełnosprawnymi [5]. Decyzja ta jedynie zaostrzyła polemikę odnośnie zysków i strat, które może uzyskiwać Pistorius używając specjalnie dla niego konstruowanych protez. Według niektórych doniesień naukowych [5, 7, 8] protezy nie dają mu przewagi nad biegającymi pełnosprawnymi sportowcami. Niemniej okazało się, że dzięki protezom jego organizm zużywa podczas biegu mniej energii ponieważ elastyczne właściwości protez Cheetahs pozwalają na odzyskanie około 80% energii [9], a proteza która krócej niż stopa opiera się na podłożu stawia mniejszy opór powietrzu. Charakter biegu sportowca na protezach jest inny niż człowieka pełnosprawnego. Na starcie zawodnik pozostaje w tyle w stosunku do pełnosprawnego, co wynika z potrzeby dłuższego rozpędu, ale następnie szybko dogania rywali. Protezowanie zawodnika zmienia strukturę zmęczenia (poziom mleczanu jest

niższy) oraz przebieg procesów restytucji. Ponadto takiemu zawodnikowi również nie grozi przeciążenie ścięgna Achillesa czy też uszkodzenie więzadeł stawu skokowego [8]. Z drugiej strony biomechanik, prof. A. Wit z AWF w Warszawie uważa, że Pistorius „*ma mniejszą masę kończyn dolnych i inaczej rozłożone momenty bezwładności w dolnej części ciała, oraz że prawdopodobnie musi wykonać większą pracę dla stabilizacji całego układu człowiek-protezy w czasie biegu. (...) wysiłek, chociaż wykonywany według innego schematu pracy mięśni, jest porównywalny z wysiłkiem osób pełnosprawnych*” [9].

Chociaż wyniki sportowe Pistoriusa przed Igrzyskami, nie gwarantowały udziału finale biegu na 400 metrów, to medialnym dyskusjom nie było końca. Polski lekkoatleta Marek Plawgo, sprawę skomentował następująco: „*Mam wielki szacunek dla Oscara, ale jestem przeciwny jego startowi. Lekkoatletyka nie może się zamienić w wyścig zbrojeń. Za kilka lat technologia będzie jeszcze bardziej zaawansowana, a zdrowi swoich mięśni nie udoskonalą. Na tym polega bieg na 400 metrów, że przed metą odpadają ci ze zmęczonymi mięśniami. Wygrywa najwytrzymalszy*” [6].

Ostatecznie Pistorius nie został zgłoszony przez swoją federację nawet do udziału w biegu sztafetowym 4x400m, ponieważ były trudności z odpowiednią kontrolą tempa jego biegu w czasie zmiany podczas przekazywania pałeczki.

Wykorzystanie nowoczesnych technologii - protez - w sporcie niepełnosprawnych początkowo miało wyrównywać szanse zawodników. Obecnie twierdzi się, że protezy mogą dawać im przewagę nad pełnosprawnymi sportowcami. Większe szanse na wygraną ma obustronnie amputowany biegacz, ponieważ dwie protezy z włókna węglowego funkcjonują symetrycznie. Ponadto kończyna z protezą łączy się wolniej od nogi zdrowej, co w przypadku sprinterów tylko z jedną protezą, wpływa na nierównomierne rozłożenie sił. Biegacz z jednostronnie amputowaną kończyną dolną podczas biegu zawsze pokonuje łuk bieżni po lewej stronie. Jeżeli biegnie na prawej protezie, będzie się nią odbijał (tę protezę robi się nieco dłuższą). Asymetryczność protez przeszkadza jednak sportowcowi po wyjściu na prosty odcinek biegu. Jeżeli niepełnosprawny ma protezę po lewej stronie pojawiają się trudności z korygowaniem kierunku biegu (proteza nie skręca się tak jak zdrowa noga). Zawodnik musi więc manipulować biodrem, co w konsekwencji prowadzi do zaburzeń biegu. W konkurencji skoku w dal wśród sportowców z jednostronną amputacją, zwykle wygrywają zawodnicy, którzy odbijają się z protezy. W skoku wzwyż, z kolei, zawodnicy odbijają się ze zdrowej nogi, bo ona pozwala im na ruch skrętny. Kwestią sprzyjającą osiąganiu jak najlepszych wyników w sporcie niepełnosprawnych jest dostępność najnowszej generacji protez. Dla przykładu jedna proteza

Oscara Pistoriusa kosztuje około 18 tysięcy dolarów. Nie bez znaczenia jest tutaj możliwość indywidualnej adaptacji protezy [10, 11] oraz aspekt odpowiednio przygotowanej psychiki niepełnosprawnego sportowca i jego postawy wobec kalectwa (szerokie działania na rzecz integracji osoby niepełnosprawnej ze społeczeństwem) [5, 9].

Wspomaganie biomechaniczne czy technodoping

Zgodnie z poglądami Williama Saletana z amerykańskiego magazynu internetowego Slate [12], aktualnie rezultat sportowy to efekt stosowania przez sportowca szeroko rozumianego sprzętu, który znacznie przewyższa ten, którego używali dawni rekordziści. Według niego „inflacja w sporcie” jest wszechobecna i nieunikniona. Niemniej pogląd ten nie spotkał się jednak z powszechnym uznaniem, gdyż pojawiły się głosy, że nie jest możliwe by obecne rekordy były ustanawiane jedynie za sprawą nowinek technologicznych. Wydaje się jednak, że przy równych zdolnościach wysiłkowych zawodników takie „nowinki” mogą decydować o wygranej w zawodach.

Okazją do zademonstrowania nowości technologicznych w sporcie – ewolucji sprzętu, ubiorów, obiektów czy urządzeń sportowych były Igrzyska Olimpijskie w Pekinie w 2008 roku. O ile testy antidopingowe weryfikowały stosowanie niedozwolonego wspomaganie (żywieniowego, fizjologicznego oraz farmakologicznego) przez sportowców, o tyle wspomaganie mechaniczne (inaczej biomechaniczne), z każdym kolejnym dniem igrzysk dało się poznać z innej strony. Tę „rywalizację” projektantów i konstruktorów sprzętu sportowego na niektórych portalach internetowych [6, 13-16] określa się mianem „wyścigu zbrojeń” w „dopingu technologicznym”, a „zaangażowanie współczesnej techniki i technologii w sport, będące dotąd naturalnym wspomaganie jego rozwoju (poprawa warunków bezpieczeństwa oraz osiągnięć) staje się swoistym technodopingiem” [8]. Każde użycie technologii dla zwiększenia fizycznych atrybutów człowieka budzi powszechne kontrowersje.

Nowości technologiczne w sporcie

Motto olimpizmu „szybciej, wyżej, mocniej” (citius, altius, fortius) nabiera współcześnie nieco innego znaczenia – bowiem obok olimpijskiego ducha rywalizacji sportowej coraz mocniej zaznacza swoją obecność duch unowocześnień sportowych. W zgiełku wielu dyskusji dotyczących wspomaganie technologicznego czyli biomechanicznego, modnie określanego dopingiem technologicznym, na ostatnich igrzyskach zastosowano sportowe „techno-nowości” czy modernizacje techniczne obiektów. W wielu dyscyplinach sportowych zaawansowane i legalne metody (zgodnie z przepisami poszczególnych federacji sportowych) tego typu wspo-

magania zostały umiejętnie wykorzystane, co przekładało się na często zaskakujące wyniki sportowe.

Pływanie

Wśród licznych przykładów wspomagania technologicznego (biomechanicznego) są między innymi **stroje pływackie**. Z każdym rokiem Międzynarodowa Federacja Pływania (FINA) zastanawia się nad wprowadzeniem zakazu stosowania kostiumów pływackich będących wytworem rewolucyjnych technologii, celem wyrównywania szans sportowców. Argumentem przemawiającym za ich stosowaniem [15] może być chociażby fakt, że prawie 90 procent rekordów świata ustanowionych w roku 2008 pobili zawodnicy ubrani w stroje firmy Speedo – *LZR Racer*. Przed Igrzyskami w Pekinie były kontrowersje, obawy i zapowiedzi: „zagrożony jest każdy rekord świata. Ten kostium zdecydowanie się do tego przyczyni” twierdził Mark Schubert, trener amerykańskich pływaków. Rezultaty były widoczne już w pierwszych dniach rywalizacji w Pekinie, kiedy to Michael Phelps pobił sześć rekordów świata.

Firma Speedo swój pierwszy inżynierski wynalazek zaproponowała już pływakom w 2000 r. w Sydney. Wówczas zaprezentowany kostium *Fastskin* okrywał ciało pływaka tkaniną wzorowaną na skórze rekina. Cztery lata później na igrzyskach w Atenach Phelps w takim kostiumie wywalczył osiem medali. W Pekinie sportowiec zaufał kostiumowi *LZR Racer*, który uszyty z „odpychającej” wodę tkaniny i śliskich paneli z poliuretanu, został dopracowany przez sztab inżynierów i pracowników NASA. Trzy wycięte laserem próbki materiału (śliskiej substancji przypominającej gumę) zostały bezszwowo zgrzane, a wewnątrz materiału gładko wypełniono fragmentami poliuretanowymi, co zapewniało pływakowi lepszą wyporność [17]. Dodatkowo kostium ma wokół pasa i bioder specjalne wzmocnienia na kształt gorsetu. Przypomina to rodzaj „akumulatora” energii i jest miejscem gdzie generuje się energia, która osiągając odpowiedni poziom jest z powrotem „oddawana” pływakowi, co pozwala mu na oszczędzanie sił na finisz. Tworząc *LZR* naśladowano układ mięśni delfina, co pozwoliło w połączeniu z zawansowaną technologią zmniejszyć dodatkowo opór wody, vibracje skóry i zbędne ruchy mięśni. Idealnie przylegający do ciała kostium jest wodoodporny [18]. Koszt stroju *LZR Racer* wynosi 290 dol. za męskie szorty, a za pełny kostium trzeba zapłacić 550 dol. Jak wynika z pomiarów Speedo, *LZR Racer* pozwala popłynąć o 4% szybciej niż w innym stroju pływackim.

Wśród kostiumów pływackich poza *LZR Racer* wymienia się także *TechFit Powerweb* firmy Adidas. Specjalne wstęgi z termoplastycznego uretanu rozmieszczone precyzyjnie dla uciskania konkretnych mięśni, stymulują krążenie krwi, co poprawia zdolności wysiłkowe zawodnika. Ma to głównie pomagać

przy nawrotach, w momencie odbicia się pływaka od ściany [18].

Basen, z którego korzystali sportowcy na igrzyskach w Pekinie był jak dotąd najgłębszym, jaki kiedykolwiek zastosowano na igrzyskach. Głębokość basenu minimalizowała burzliwość wody i redukowałą opór. Dodatkowo basen posiadał dwa niewykorzystane, zewnętrzne tory, które także miały sprzyjać osiąganiu lepszych wyników. Unowocześnienia dotyczyły również słupków startowych – wprowadzenie nowych materiałów antypoślizgowych [12]. Istotne parametry techniczne w „szybkich basenach” to także odpowiednia szerokość toru, ponieważ im szersze tory tym mniejszy napływ zbędnych fal na pływaka. Wprowadzenie dodatkowych torów buforujących na całej długości basenu również redukuje turbulencje wody. Odbijająca się woda od ścian basenu jest dodatkowym oporem dla sportowca, stąd wprowadzenie odpowiednio głębokiego systemu rynien umożliwia maksymalne tłumienie odbitych fal. Optymalna temperatura wody w basenie to 26°C (+/-1°C), bowiem zarówno ciepła lub zbyt zimna woda przyspiesza zmęczenie i oddziałuje negatywnie na zdolność wysiłkową zawodnika [19].

Lekkoatletyka

Specjalne **obuwie** często dopasowane do stopy konkretnego zawodnika staje się wyznacznikiem specyfiki danej dyscypliny sportu. Sportowcy wspomagający się odpowiednim obuwiem-wynalazkiem technologicznym odnoszą korzyści z zaufania odpowiedniej firmie. Liderem wydaje być się tutaj firma Nike, która już na igrzyskach w Atlancie zaprezentowała „superlekkie” złote buty. Wówczas Michael Johnson pobił w nich rekord na 200 m. Obecnie główną cechą obuwia sportowego najwyższej jakości jest asymetryczność. Lewy but jest zaprojektowany dla stabilizacji zawodnika podczas pokonywania dwóch wiraży w biegu na 200 m. Prawy zbudowany z włókna węglowego „przechyla” biegacza w prawo [12]. Z myślą o Igrzyskach Olimpijskich w Pekinie firma Nike przygotowała buty *Nike Flywire Zoom Victory Spike*. Para tych butów waży zaledwie 93 g (mniej niż tabliczka czekolady). Odpowiednio rozmieszczone wzmacniające elementy wykonano z włókiem vektranu (wytrzymałe tworzywo sztuczne z ciekłokrystalicznego polimeru). Włókna te tworzą elastyczny wspomagający system działający jak syntetyczne ścięgno (utrzymuje ciasno stopę w bucie) i mocny szkielet dla cholewki buta, do którego przytwierdzona jest podeszwa. Rezultatem jest idealne przyleganie buta do stopy (but poddaje się pracy stopy podczas biegu) i redukcja ślizgania się stopy wewnątrz buta oraz lepsza amortyzacja podczas biegu dzięki zastosowaniu w podeszwach miękkich poduszkowych płatków i powietrznych przestrzeni [20, 21]. Tygodnik Newsweek [22] podaje, że w Pekinie wykorzystano

także buty Nike *AeroFly*. Ważą one niespełna 67 g i są zbudowane ze specjalnie ułożonych żyłek polimeru. Swoją konstrukcją buty te nieco przypominają sandały, gdzie żyłki-paski zostały przykryte ultracienką tkaniną zmniejszającą opory powietrza.

Z myślą o lekkoatletach firma Nike stworzyła wyjątkowo lekki **kostium** Nike *Swiftsuit* [20]. Zamiarem było opracowanie jak najbardziej przewiewnego, a jednocześnie minimalizującego opory powietrza ubioru, stąd w trakcie zszywania stroju wykorzystano technikę Aerografic, polegającą na usuwaniu niektórych włókien z tkaniny. Wyselekcjonowane włókna przędzy kostiumu oraz ich precyzyjne rozmieszczenie na kształt siatki dało efekt biernego chłodzenia pleców sportowca podczas użytkowania stroju. Surowiec na wytworzenie Nike Swift Suit całkowicie uzyskiwany został z recyklingu surowców wtórnych, włókien poliestrowych otrzymywanych z butelek po wodzie sodowej, uniformach, poindustrialnych włóknach i in. [23]. Według specjalistów z Nike kostium jest o 7% efektywniejszy od tych używanych w Atenach.

W rzucie oszczepem jednym z dwóch najczęściej używanych na igrzyskach w Pekinie był **oszczep** ważący 800 g **OTE Composite FX**. Jak donosi gazeta *Dziennik* [20] podczas przeprowadzanych testów wystrzelono oszczep z katapulty, który w efekcie wylądował 400 m dalej. Zarówno wersja headwind jak i tailwind oszczepu, po rzucie osiąga 90 metr [24]. Unikatowość OTE Composite FX wynika z zastosowanych materiałów-włókien węglowych i aluminium (GillAthletics podaje, że na świecie jest to unikatowa konstrukcja). Dla zmniejszenia vibracji oszczepu podczas lotu jego trzon - metalowy pręt - owinięto spiralnie tkaniną z włókna węglowego. Dodatkowo wytłumione drgania nie przechodzą na rękę zawodnika, zmniejszając ryzyko przeciążeń. Drgania zdaniem konstruktorów zostały zredukowane o 10% [22].

Piłka nożna

W **piłkarskim obuwiu** rewolucję spowodował produkt firmy Adidas – *Predator PowerSwerve TRX FG*. Jest to but z wielowarstwowej gumy, który ma zapewnić lepsze przyleganie do nogi i kontrolę piłki. Dzięki zastosowanym materiałom but jest niezwykle lekki. Unikatowa podeszwa Traxion oraz konstrukcyjne uwydatnienia i wzmocnienia odpowiednich elementów buta pozwalają na efektywniejsze podkręcanie piłki podczas kopnięć, mocniejsze i celniejsze strzały oraz jeszcze lepsze prowadzenie piłki. Tworzywo z jakiego wykonano buty zostało specjalnie dostosowane do potrzeb i wymagań oraz jego przeznaczenia [25].

Piłka stosowana współcześnie do gry w piłkę **nożną** pokryta jest dodatkową warstwą tworzywa sztucznego chroniącego ją przed wilgocią i błotem. Polepszanie właściwości fizycznych piłki dodatkowo polegało na zmniejszeniu o 15 procent całkowitej długości szwów.

Było to możliwe dzięki wykorzystaniu niekonwencjonalnych kształtów poszczególnych łat, z których piłka jest wykonana. Efektem takich zabiegów jest piłka **Teamgeist 2** firmy Adidas. Krótsze szwy i bardziej okrągła piłka umożliwiają zawodnikom precyzyjniejsze strzały [22].

Oficjalną piłką meczową Mistrzostw Europy w 2009 roku w rozgrywkach damskich była **TerraPass** firmy Adidas. Najwyższej jakości materiały, poszycie i jego wewnętrzna warstwa zapewniają bardzo precyzyjny lot toru. Piłka otrzymała najwyższe wyniki testów odnośnie wagi, absorpcji wody oraz zachowania kształtu i rozmiaru, co spotkało się z uznaniem FIFA. Większa siła strzału możliwa jest dzięki większemu tarcu, silniejsze podkręcanie piłki dzięki zwiększonej rotacji, a większa precyzja w prowadzeniu dzięki lepszemu przyleganiu piłki do nogi [25].

Softball

Mizuno Frenzy to nowy **kij do gry** w softballa zaprojektowany został przez japońską firmę Mizuno. Do produkcji wykorzystano specjalną odmianę włókna węglowego o nazwie Black Onyx Carbon - kompozytu z małą zawartością żywicy. Ten ultralekki materiał jest wykorzystywany m.in. do konstrukcji kadłubów w najnowszych samolotach Boeing 787 [20].

Kolarstwo

Dzięki innowacyjnym technologiom, po zastosowaniu ultralekkich a zarazem wytrzymałych materiałów, takich jak karbon, kevlar i tytan, **waga rowerów** wynosi obecnie 6-7 kg. Ciśnienie w oponach z kolei, dochodzi do 8-10 atmosfer [8]. *Tarmac SL2* to rower skonstruowany z myślą o Igrzyskach w Pekinie – niemal w całości wykonany został z włókna węglowego. Tworzywo wykorzystano nie tylko do produkcji ramy, ale również siodełka i jego wspornika, kierownicy wraz ze wspornikiem oraz obręczy kół. W konsekwencji rower jest odpowiednio sztywny, a zarazem na tyle elastyczny, by sportowiec mógł pokonać nierówności drogi. Dla zwiększenia aerodynamicznej sylwetki kolarza zwięźono kierownicę [20]. Na tym modelu startowali już zawodnicy w Tour de France w 2007 roku. Cena takiego modelu roweru wynosi około 31.500 zł [26].

Wielu kolarzy dla maksymalizacji wyników sportowych korzysta z bardziej opływowych kasków, koła ich rowerów często są pozbawione szprych, a wąskie kierownice pozwalają zawodnikowi na przybieranie sylwetki jak najbardziej korzystnej aerodynamicznie. W 2008 roku za najłżejszy **kask rowerowy** uznano *Specialized S-Works 2D*. Dzięki zastosowaniu dwóch rodzajów gęstości „styropianu” (spienionego tworzywa, które przyjmuje na siebie całą energię uderzenia) uzyskano efekt niezwyklej lekkości (184 gramy). Na bokach kasku tworzywo jest twardsze, wytrzymalsze, z kolei na górze zastosowano piankę o mniejszej gę-

stości. Cały kask „związany” jest dwudziestometrową linką ze specjalnego kevlaru [27].

Sporty zimowe

Technologia w **narciarstwie** także poddaje się naturalnemu postępowi i coraz bardziej odciska to swoje piętno na nowoczesnych sprzętach i akcesoriach. Jak donosi tygodnik *Wprost* drużyna amerykańskich narciarzy [18], używa przed smarowaniem nart tzw. molekularny płynny grafit. Ma to polepszać wyniki oraz zapobiegać wyładowaniom elektrostatycznym, jakie powstają między śniegiem a smarem.

Firma Voelkl skonstruowała nowoczesne **narty** na wszystkie warunki. *Power Switch*, to narty do których użytkownik nie musi się specjalnie dostosowywać, to one dopasowują się do jego stylu jazdy oraz warunków terenowo-śniegowych panujących na stoku. W nartach na całej długości zastosowano system dwóch kanałów z włókna węglowego, które są zintegrowane ze strukturą systemu *double gripXTD* (podwójny drewniany rdzeń, który zapewnia maksymalne trzymanie krawędzi oraz wzrost dynamiki narty). Wiązanie osadzone jest bezpośrednio w rdzeniu (umożliwia to niezwykle precyzyjne i pewne prowadzenie nart). W każdym kanale znajduje się pręt z włókna węglowego biegnący przez całą długość narty. Na piętce narty zlokalizowany jest trójpołożeniowy przełącznik, dzięki któremu możliwa jest zmiana charakterystyki narty. Położenie „*Cruise*” neutralizuje działanie systemu *Power Switch*. Sztywność narty jest mniejsza i umożliwia relaks w czasie spokojnego zjazdu. Pozwala również na jazdę w miękkim, głębokim śniegu. Ustawienie „*Dynamic*” w 50 % uaktywnia system *Power Switch*, dając możliwość (dzięki zrównoważenia sztywności i energii nart) jazdy na przygotowanej nartostradzie w dobrych warunkach śniegowych. Położenie „*Power*” to 100% mocy i maksymalne usztywnienie narty, które przysposabia do maksymalnych prędkości oraz jazdy na twardym zalodzonego śniegu [28].

W mijającym sezonie firma Head 2009/2010 wprowadziła do nart technologię *Intelligence*, która wpływa na sztywność poprzeczną narty redukując wibrację nart. Włókna piezoelektryczne przekształcają energię kinetyczną w energię elektryczną, która jest magazynowana w chipie zatopionym w narcie. Energia elektryczna jest natychmiastowo uwalniana do odpowiednich części narty wskazywanych przez specjalne czujniki. Uwolnienie energii w odpowiednim czasie jest automatycznie kontrolowane i skoordynowane [29].

Natomiast w sezonie narciarskim 2010/2011 firma Head wprowadza kolejną technologię *Kinetic Energy Recovering System (KERS)*, zapoczątkowaną w Formule 1, która działa jak turbosprężarka. Technologia ta jest rozwinięciem idei technologii *Intelligence* i dodatkowo wzmacnia elastyczność wzdłużną nart

poprzez usztywnienie tylnej części narty podczas wyjścia ze skrętu. Efektem jest „katapultowanie” narciarza w następny skręt. Technologia ta jest elektronicznym, w pełni automatycznym i zintegrowanym systemem opartym na zupełnie nowym chipie zdolnym do kumulowania energii oraz przechowywania jej aż do właściwego momentu tj. maksymalnego wygięcia nart na końcu skrętu kiedy to aktywny microchip uwalnia energię do włókien w tylnej części nart przez co tył narty natychmiastowo sztywnieje zwiększając odbicie, które zwiększa przyspieszenie w końcowej fazie wyjścia ze skrętu. W zależności od sztywności poszczególnych modeli nart, czujniki są wcześniej programowane: im bardziej agresywna ma być narta, tym sztywniejsza stanie się jej tylna część [30]. Innowacyjne rozwiązania i postęp technologiczny wkraczający w narciarski sprzęt sportowy stanowi przykład wspomaganie dozwolonego, które poprawia, ułatwia i upraszcza jazdę. Podobnie jest i w innych dyscyplinach sportowych. Na przykład nowe łyżwy dla europejskich hokeistów mają ostrza cieńsze niż dotychczas. Ułatwia to ich szybsze nagrzewanie i chwilowe stopienie lodu, w konsekwencji zapewniając szybszą jazdę [18].

Wspomaganie w rehabilitacji oraz zdolności wysiłkowych zawodników

Bieżnia antygravitacyjna *G-Trainer* to wynalazek inżynierów konstruowany z myślą o treningu i rehabilitacji sportowców. Urządzenie przypomina połączenie tradycyjnej bieżni z przezroczystym plastikowym kokonem opinającym w talii ciało ćwiczącego. Po ustawieniu się zawodnika na pasie bieżni do szczelnego kokonu dopompowuje się powietrze. Kompresor regulujący wzrost ciśnienia wewnątrz kokonu „wypycha” ciało do góry, zmniejszając wagę biegącego (siłę ciężkości działającą na nogi sportowca) o maksymalnie 80%. Powoduje to uczucie lżejszego biegu zgodnie z zasadą „pływania” na bieżni (*Gravity Differentia*). Maksymalne ciśnienie wewnątrz urządzenia jest wyższe o 10% aniżeli ciśnienie atmosferyczne. Właśnie ta różnica daje uczucie „podnoszenia” biegacza do góry bez jednoczesnego odrywania nóg od bieżni [31]. *G-Trainer* pozwala poprawiać gibkość i koordynację ruchów [20]. Jak podaje gazeta *Wprost*: [5] „Andrew Bynum, leczący kontuzję amerykański koszykarz, zastosował niedawno bieżnię antygravitacyjną. Ważył 130 kg, ale dzięki wynalazkowi mógł ćwiczyć z mniejszym o 35-procent obciążeniem mięśni, co przyspieszyło powrót do zdrowia.” Najistotniejsze w tym był fakt odciążenia stawów.

Dla usprawnienia pracy mięśni sportowca istotne jest ich schłodzenie. Inżynierowie z firmy Nike udoskonalili wcześniejsze wynalazki, a efektem ich pracy jest **kamizelka Nike Precool Vest**. Wykonana jest z wytrzymałego, lekkiego tworzywa i metalizowanej folii. Cały strój jest podzielony na trójkątne aluminiowe komory

wypełnione wodą. Siatka trójkątnych komórek umożliwia większy kontakt kamizelki ze skórą sportowca – mniejsze trójkąty przylegają bardziej do obłych powierzchni (np. ramiona), większe rozkładają się odpowiednio na bardziej płaskich powierzchniach ciała [32]. Kamizelkę należy schłodzić do odpowiedniej temperatury i następnie godzinę przed zastosowaniem zawodnik powinien ją ubrać celem obniżenia temperatury wewnętrznej tułowia, co ma zwiększać wydajność o 21% [20, 22].

Granice wspomaganie biomechanicznego

Przytoczone powyżej metody wspomaganie technologicznego czy biotechnologicznego stanowią wspomaganie biomechaniczne, które jest dozwolone dla sportowców. Nowości techniczne i produkty nowoczesnej technologii wykorzystywane w sporcie zaznaczają swoją obecność, aby w myśl maksymy „szybciej, wyżej, mocniej” wydobyć z zawodników jeszcze więcej. Należy zwrócić uwagę na fakt, że postęp w nauce i technice nieustannie będzie poszerzał zakres tego wspomaganie. W konsekwencji zmusza to trenerów i sportowców zarówno do zmiany metod przygotowania treningowego, jak i stałego monitorowania nowinek inżynierskich z określonych dyscyplin. Ważne by sportowcy potrafili jednocześnie zachować trzeźwość umysłu, racjonalne myślenie i aby nie ufali bezgranicznie innowacyjnym technologiom sportowym. W niektórych sportach (np. wyścigi samochodowe) nowinki techniczne w bezpośredni lub pośredni sposób przekładają się na zwycięstwo. Nie może być tak, że kto szybciej zastosuje innowacyjne rozwiązanie, ten zwiększa swoje szanse na podium i medal.

W tle nieustających „za i przeciw”, zacierania się granic sportu pełno- i niepełnosprawnych, licznych obaw, dyskusji oraz polemik dotyczących sportowych nowości techniki i technologii, wyłania się pytanie o skutki rozwoju biotechnologii, technologii i o nieuchronnie zbliżający się moment kiedy narodzi się regularny „technodoping”, gdy wszystkie naturalne ubytki zastąpią protezy doskonalsze od oryginału i kwestią sponsora, możliwości biznesowych, kontaktów, wyposażenia, opieki nad zawodnikiem będzie maksymalizacja wyników. Przy braku ograniczeń stosownymi przepisami przez poszczególne federacje sportowe i uleganiu naciskom firm w dalszym ciągu można oczekiwać zaskakujących „nowinek”, które zmieniają świat, a także przynajmniej postrzeganie w nim roli człowieka-sportowca, ostatniego ogniwa łańcucha techniki, wiedzy i technologii, prowadzącego do zwycięstwa.

Postęp technologiczny stawia poważne wyzwania przed poszczególnymi międzynarodowymi federacjami sportowymi oraz MKOl odnośnie ciągłej obserwacji rynku producentów sprzętu sportowego, a także weryfikacji zasadności stosowania „nowinek”

przez sportowców. Ważna zdaje się tu być postawa członków organów odpowiedzialnych za przepisy dotyczące sprzętu sportowego i rozgrywania zawodów, a także istotność stosowania unowocześnień sprzętów czy obiektów, która ma na uwadze przede wszystkim bezpieczeństwo i zdrowie zawodników. Dobrym krokiem ze strony Międzynarodowej Federacji Narciarskiej było wprowadzenie ograniczeń dotyczących kombinezonów skoczków narciarskich oraz także, co ważne ze względów zdrowotnych monitorowanie BMI zawodników. Międzynarodowa Federacja Pływania wprowadziła z dniem 1 stycznia bieżącego roku [33] restrykcyjne zmiany dotyczące kostiumów pływackich.

Pozostaje żywić nadzieję, że dzięki wprowadzaniu zdroworozsądkowych przepisów sportowych w dalszym ciągu o zwycięstwie, przy równym dostępie do nowinek, decydować będą mimo wszystko zdolności psychofizyczne zawodników, a starogrecka zasada „czyń najlepiej tym co posiadasz” nie przejdzie ostatecznie do lamusa.

Piśmiennictwo

1. Ambroży T. Wprowadzenie do teorii sportu. Bielsko-Biała: Dla Szkoły, 2007: 5-11.
2. Jegier A, Nazar K, Dziak A. red. Medycyna sportowa. Warszawa: PTMS, 2005: 501-18.
3. Williams M.H. Granice wspomaganie. Kraków: Medicina Sportiva, 1999: 9-18.
4. Mikiel M. Beznogi biegacz bohaterem biegni. (2007) *Dziennik*. http://www.dziennik.pl/sport/article40826/Beznogi_biegacz_bohaterem_biegni.html. Data korzystania 10.11.2008.
5. Pac-Pomarnacki A, Piechota R. Puszka Pandory otwarta – kontrowersyjna decyzja Sądu Arbitrażowego MKOl w sprawie Oscara Pistoriusa. *Sport Wyczynowy* 7-9: 151-5, 2008.
6. Pęgowski M. „Blade runner” jednak na igrzyska! http://www.technoblog.pl/blog/1,84947,5222716,_Blade_Runner_jednak_na_igrzyska.html. Data korzystania 10.11.2008.
7. Stec R. Przyszłość sportu: Biegacz z włókien węglowych. Strona internetowa <http://www.sport.pl/sport/1,86005,4857602.html>. Data korzystania: 27.04.2009.
8. Sahaj T. Czy to jest technodoping? *Sport Wyczynowy* 2008; 4-5: 85-91.
9. Pac-Pomarnacki A. Sport, nauka, technika, etyka czyli przypadek Oscara Pistoriusa. Rozmowa z prof. Andrzejem Witem z Akademii Wychowania Fizycznego w Warszawie. *Sport Wyczynowy* 2007; 7-9: 511-13.
10. Stanisławski P. Równe szanse czy doping? http://www.niepelnosprawni.pl/ledge/x/11716?print_doc_id=27449. Data korzystania: 5.04.2008.
11. Stanisławski P. Wspaniałe nogi zastępcze. *Przekrój* (2007) nr 42. http://www.przekroj.pl/cywilizacja_nauka_artykul,1195.html. Data korzystania 10. 11. 2008.
12. Rekordy świata dzięki człowiekowi czy technologii. <http://www.sportfan.pl/artykul/3028/rekordy-swiate-dzieki-czlowiekowi-czy-technologie> Data korzystania 10.11.2008.
13. FINA zgodziła się na „superstroje” pływaków. <http://www.sport.pl/sport/1,87610,5101259.html>. Data korzystania 10.11.2008.
14. Olejnik K. Igrzyska dla naukowców. *Wprost* (2000) nr 40 <http://www.wprost.pl/ar/8062/Igrzyska-naukowcow/?I=931>. Data korzystania 10.11.2008.
15. Pływackie kostiumy http://www.se.pl/sport/inne/plywackie-kostiumy_82460.html. Data korzystania 10.11.2008.
16. Technodoping. <http://www.answers.com/topic/techno-doping>. Data korzystania 10.11.2008.

17. Naughton K. Kostium dla supermana. *Newsweek Polska*. 2008; 34: 61.
18. Gontarek R. Człowiek rekin. *Wprost* (2008) nr 25. <https://www.wprost.pl/ar/131888/Czlowiek-rekin/?O=131888&pg=0>. Data korzystania 10.11.2008.
19. Caron J. Fast Pools, Fast Times. *Swimming World*. 2008; 48 (7): 37-9.
20. Minta-Kobus M. Igrzyska w epoce technodopingu. *Dziennik* (2008), http://www.dziennik.pl/nauka/article220562/Igrzyska_w_epoce_technodopingu.html. Data korzystania 10.11.2008.
21. Strona internetowa http://www.nike.com/nikeos/p/nike/pl_PL/?. Data korzystania: 22.03.2009.
22. Górecki P. Technologiczny doping. *Newsweek Polska*. 2008; 31: 64-5.
23. Strona internetowa <http://www.nikebiz.com/media/beijing/features/Swift.html>. Nike Swift. Faster, Lighter, Stronger.
24. Strona internetowa <http://www.gillathletics.com/GillItemView.aspx?FSID=2900H>. Data korzystania: 22.03.2009.
25. Strona internetowa <http://www.adidas.com/com/homepage.asp>. Data korzystania: 25.03.2009.
26. Strona internetowa http://www.wrower.pl/wiadomosci/?news=401&title=Specialized_2008_-_część_VI_-_Rower_szosowy_Tarmac_SL-2,_akcesoria. Rower szosowy Tarmac SL-2. Data korzystania: 25.03.2009.
27. Strona internetowa http://www.wrower.pl/wiadomosci/?news=298&title=Specialized_2008_-_część_EA%B6%E6_I_-_Najlepszy_kask_%B6wiata_-_S-Works_2D. Specialized 2008 - część I - Najlepszy kask świata - S-Works 2D. Data korzystania: 26.03.2009.
28. Strona internetowa <http://www.voelkl.pl/narty/technologie.php>. Data korzystania: 25.03.2009.
29. Stańczyk M. Narty na prąd. *Wprost* 2009.
30. KERS-Kinetic Energy Recovering System. <http://www.head.com/ski/technology.php?region=pl&tag=ski&id=511>. Data korzystania: 23.05.2010.
31. Strona internetowa <http://www.focus.pl/newsy/zobacz/publikacje/biezni-antygrawitacyjna-redukuje-wage-ciala-o-80/>. Bieżnia redukuje wagę ciała o 80%. Data korzystania: 25.03.2009.
32. Strona internetowa <http://www.nike.com/nikelab/site.html>. Data korzystania: 22.03.2009.
33. FINA Requirements for swimwear approval (from 01.01.2010) Strona Internetowa http://www.fina.org/H2O/index.php?option=com_content&view=article&id=273:bl-8-swimwear&catid=81:by-laws&Itemid=184. Data korzystania: 30.06.2010.

Otrzymano: 30 wrzesień 2009

Zaakceptowano: 30 czerwiec 2010

Adres do korespondencji/Address for correspondence:

Beata Kusiak-Obora

Studia III stopnia

Akademia Wychowania Fizycznego, Kraków

e-mail: kusiakbeata@op.pl