6 czerwca 2012 r.

Pozycja stopy a efektywność pedałowania

Autorzy: Marta Roczek, Mateusz Adamkiewicz

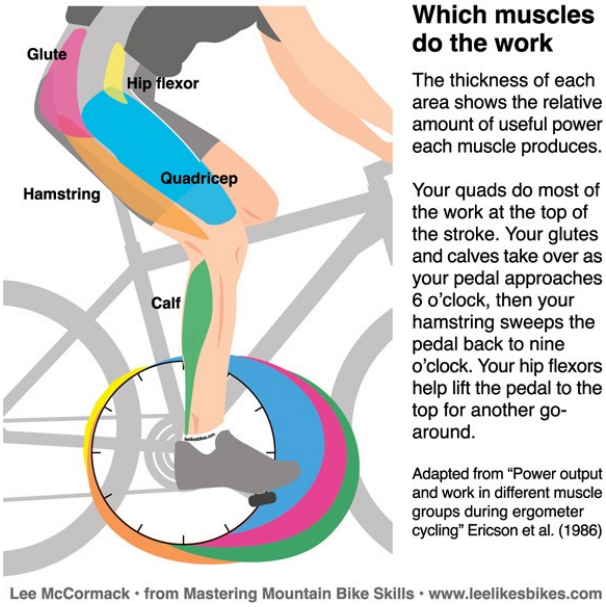
Czy pozycja stopy na pedale wpływa na efektywność jazdy kolarza?

Wydawałoby się, że nie ma bardziej oczywistej i prostszej czynności dla kolarza, niż wprawianie w ruch dwóch kółek roweru. Nic bardziej mylnego. O technice pedałowania, decydującej o efektywności i ekonomii jazdy, napisano masę poradników, a najwięksi mistrzowie poświęcają długie miesiące na jej doskonalenie – podobno sam Lance Armstrong co roku przeznacza na to okres jesieni. Naukowcy zainteresowali się tym tematem i postanowili sprawdzić, czy oprócz odpowiednich ruchów korbą, także samo ustawienie stóp na pedałach wpływa na wyniki osiągane przez kolarzy. Jak wpadli na pomysł, że umiejscowienie punktu stopy, w którym styka się ona z pedałem, może mieć znaczenie i czy rzeczywiście związek między konkretną pozycją kolarskiego buta a efektywnością jazdy istnieje?

Biomechanika zajmuje się między innymi obserwacją ruchu żywych organizmów i od dawna badała tak złożoną czynność, jaką jest jazda na rowerze. Wyjaśniła na przykład, że większość siły (nawet do 86%) wprawiającej w ruch korbę, pochodzi z mięśni prostujących staw biodrowy i kolanowy, a następnie jest przeniesiona na pedałprzez ruchmięśni łydki –brzuchatego i płaszczkowatego [3]. Te dwa ostatnie mięśnie, należące do zginaczy podeszwowych stopy, muszą współpracować z wspomnianymi silnymi prostownikami uda i kolana, aby dostarczyć korbie energii, która pokona jej opory i siły inercji i spowoduje obrót [1,2].

Wszelkie prawa zastrzeżone. Kopiowanie, rozpowszechnianie, przedruk i publikacja w jakiejkolwiek formie (również elektronicznej) do celów komercyjnych zabroniona. Wykorzystanie w celach niekomercyjnych za zgodą autora i medicycling.eu.

Każda akcja powoduję reakcję: nacisk stopy na pedał wywołuje działanie pedału na stopę w sposób, który zmusza ją do zgięcia grzbietowego („palcami na siebie"). Powstaje moment siły, działający względem osi przechodzącej przez kostkę. Stanowi on opór, który muszą pokonać mięśnie łydki, żeby stopa nie zgięła się, ale zmusiła korbę do ruchu, umożliwiając pedałowanie.

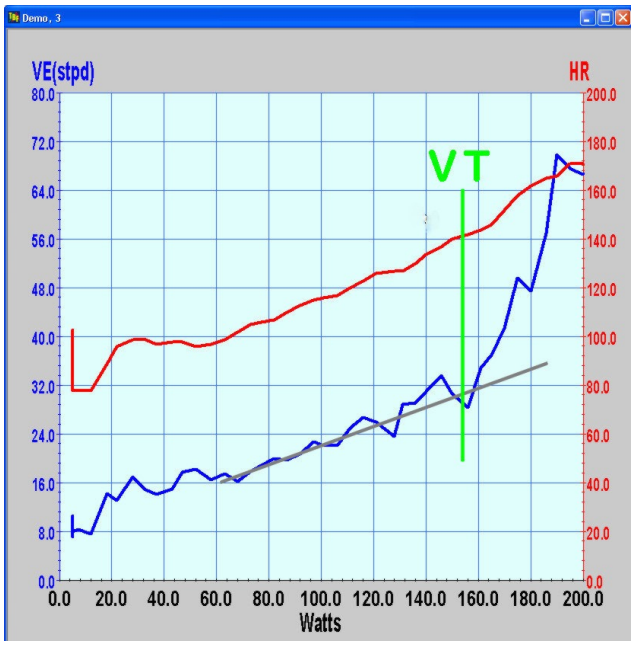


Im mniejszy będzie moment siły, tym mniej energii zostanie zużyte na jego zrównoważenie (pokonanie) i więcej będzie wykorzystane to wykonania obrotu. Tym samym mięśnie łydki nie będą głównie mechanizmem stabilizującym, ale staną się elementem łączącym, służącym przekazywaniu energii, a nie jej zużywaniu.

Wszelkie prawa zastrzeżone. Kopiowanie, rozpowszechnianie, przedruk i publikacja w jakiejkolwiek formie (również elektronicznej) do celów komercyjnych zabroniona. Wykorzystanie w celach niekomercyjnych za zgodą autora i medicycling.eu.

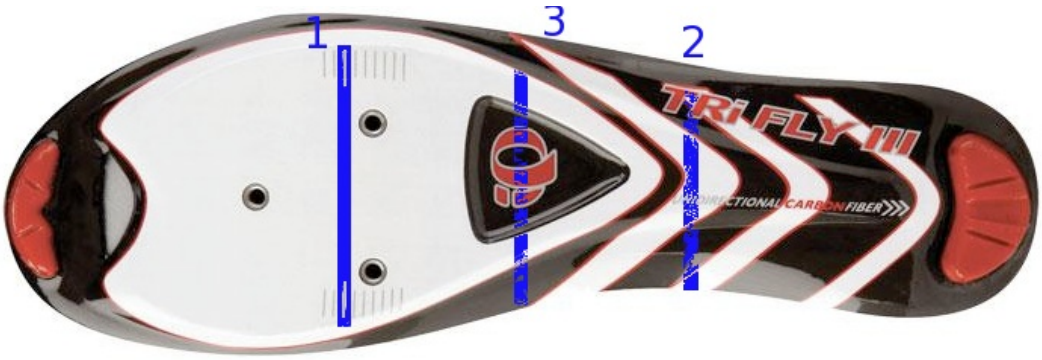
Od czego zależy moment siły? Od wielkości przyłożonej siły oraz od odległości od osi obrotu(która tutaj jest zgodna z osią kostki) punktu, w którym jest przykładana.Podobnie jak na huśtawce, na której siadają dwie osoby i wprawiają ją w ruch odpychając się od ziemi – im dalej od środka huśtawki (osi obrotu) siedzimy, tym łatwiej przeciążyć nam huśtawkę na swoją stronę (im większe ramię siły, tym mniejsza może być siła potrzebna do wywołania ruchu). Ponieważ w przypadku pedałowania mamy sytuację odwrotną - chcemy moment siły zmniejszyć, tak by mięśnie nie traciły energii na jego równoważenie, należałoby zmniejszyć ramię siły (odległość między punktem ucisku na pedał a osią kostki), czyli przesunąć stopę na pedale do przodu [4] (a blok w bucie do tyłu). Taka pozycja stopy sprawia też, że w stawie kolanowym i biodrowym może być osiągnięty większy wyprost – kończyna staje się jakby „krótsza" niż w sytuacji, gdybyśmy naciskali pedał czubkami palców [5]. Zwiększa się także zakres ruchu w stawach kolanowych i biodrowych.

Do tej pory ukazały się dwie publikacje naukowe, weryfikujące te teorie. W pierwszej z nich [6] amerykańscy badacze sprawdzali, czy pozycja stopy na pedale wpływa na pobór tlenu(VO2) przez kolarzy. Istnieje jednak taki poziom wysiłku, przy którym organizm pobiera maksymalną ilość tlenu w określonych warunkach (100%) – tzn. nie jest w stanie dostarczać go więcej do mięśni i, jeśli wysiłek dalej rośnie,w mięśniach rozpoczynają się procesy beztlenowe i produkowany jest kwas mlekowy [7,8]. Osiągany jest wówczas pułap tlenowy (VO2max) – im jest on wyższy, tym wydolniejszy jest nasz organizm, bo może sobie pozwolić na duży wysiłek, zapewniając podczas niego odpowiednią ilość tlenu mięśniom. Wyższy procent VO2max osiągany podczas jazdy umożliwia jazdę w szybkim tempie na długim dystansie.



Wszelkie prawa zastrzeżone. Kopiowanie, rozpowszechnianie, przedruk i publikacja w jakiejkolwiek formie (również elektronicznej) do celów komercyjnych zabroniona. Wykorzystanie w celach niekomercyjnych za zgodą autora i medicycling.eu.

W przeprowadzonym badaniu doświadczeni kolarze jechali ze stała kadencją (ilość obrotów korby na minutę) i obciążeniem, które tak dostosowano, by jego wpływ na organizmy różnych kolarzy był porównywalny: osiągali oni 90% progu wentylacyjnego (VT – ventilatory threshold). Próg wentylacyjny to umowna granica, dzieląca dwa obszary wysiłku – poniżej progu wzrost częstości oddechów wraz ze wzrostem wysiłku fizycznego jest stosunkowo proporcjonalny i wolniejszy niż powyżej. Przekroczenie progu powoduje, że dalszy stopniowy wzrost wysiłku pociąga za sobą nieproporcjonalne zmiany w wentylacji, a organizm męczy się dużo szybciej.U badanych kolarzy obciążenie dobrano w taki sposób, by intensywność wysiłku była na poziomie 90% VT każdego z nich.



Pobór tlenu (VO2)uczestniczących w badaniu mierzono dla trzech ustawień stopy na pedale: 1 – tzw. ustawienie klasyczne – gdy głównym punktem podparcia było podbicie stopy – linię wyznaczała głowa pierwszej kości śródstopia; 2 – pozycja tylna, w której punkt styku stopy z pedałem leżał w połowie odległości między głową pierwszej kości śródstopia a końcem pięty; 3 – pozycja środkowa, znajdująca się w połowie odległości między dwoma poprzednimi punktami. Ponieważ kadencja i wpływ obciążenia na organizm były u kolarzy stałe i porównywalne, im mniej wysiłku wkładali oni w pedałowanie przy danym ustawieniu stopy, tym bardziej ekonomiczna była ich jazda dla organizmu, a pochłanianie tlenu większe.

Wyniki eksperymentu zaskoczyły naukowców. Mimo solidnych podstaw teoretycznych i skrupulatnie zaplanowanych badań, okazało się, że co prawda przy ustawieniach stopy 2 i 3, pułap tlenowy wynosił odpowiednio o 41 i 10ml/min więcej niż w przypadku ustawienia 1, ale stanowiło to jedynie 0,4% i 1,5%. Różnice były więc znikome. Warto wspomnieć, że w każdym dniu eksperymentu badano VO2 dla wszystkich trzech ustawień bloków, przewidując jedynie 10-minutowy okres adaptacyjny dla danego ustawienia przed wykonaniem pomiarów. Wielu ekspertów w dziedzinie bikefittingu (m.in. Steve Hogg) zaleca przynajmniej 3 tygodniowy okres

Wszelkie prawa zastrzeżone. Kopiowanie, rozpowszechnianie, przedruk i publikacja w jakiejkolwiek formie (również elektronicznej) do celów komercyjnych zabroniona. Wykorzystanie w celach niekomercyjnych za zgodą autora i medicycling.eu.

adaptacyjny po zmianie ustawienia pozycji na rowerze,przestrzegając dodatkowo, że próby wysiłkowe podejmowane w trakcie okresu adaptacyjnego mogą przynieść gorsze rezultaty, niż przed zmianą. Dłuższy czas potrzebny jest na przeprogramowanie utrwalonych wzorców pracy układu nerwowo-mięśniowego. Po zmianie pozycji, przy umiarkowanym wysiłku, układ motoryczny przestawia się stopniowo na nowy schemat, natomiast przy intensywnym wysiłku, nawyki biorą górę i układ motoryczny stara się odtwarzać utrwalone wzorce, które po zmianie pozycji są już nieefektywne.

Dwa lata po ukazaniu się tej pracy, temat podjęto ponownie i sprawdzono, czy zmiana pozycji stopy wpłynie na inny z parametrów stosowanych przy ocenie wysiłku wytrzymałościowego– wysokość progu mleczanowego [10]. Próg mleczanowy jest osiągany, gdy toczące się w mięśniach procesy beztlenowe i związana z nimi produkcja kwasu mlekowego jest na tyle duża, że jego usuwanie jest niewystarczające i poziom mleczanów w surowicy krwi zaczyna rosnąć. Intensywny wysiłek, przekraczający LT, wpływa niekorzystnie na ostateczny efekt treningu. Jak się okazało i w tym wypadku przesunięcie punktu styku stopa-pedał nie przyniosło oczekiwanych zmian[9] i nie poprawiło wyników.

Czy więc teorie biomechaników były jedynie rozważaniami niemającymi praktycznego wykorzystania? Nie do końca, bowiem choć obiektywne wykładniki efektywności treningu nie ulegają znaczącym zmianom, jeśli stopa będzie naciskała na pedał w punkcie bliższym pięcie, to jednak dla kolarzy trenujących zawodowo i na wysokim poziomie, liczą się właśnie takie ułamki procentów w wyścigu po medal [11]. Co więcej, w świetle dotychczasowych badań widzimy, żepozycja „tylna" nie jest co prawda wymiernie lepsza od „przedniej", alenie jest też gorsza. Dzięki niejuzyskujemy redukcję pracy mięśniowej mięśni zginaczy podeszwowych stopy od wynoszącą od 27% do aż 54% [6] i tym samym odciążamy ścięgno Achillesa, co może być kluczową informacją dla kolarzy po kontuzjach. Nie należy jednak zapominać o względnym skróceniu kończyny w związku z takim ustawieniem stopy, co pociąga za sobą konieczne modyfikacje ustawienia siodełka i kierownicytak, aby cała pozycja podczas jazdy najlepiej wykorzystywała nasze możliwości.

Midfoot sole position (MDS) – umieszczenie bloku na wysokości stawów stępowo-śródstopnych to idea propagowana przez HeineGötz, byłego zawodowca, a obecnie producenta butów. [12] Na jej temat wypowiadają się także: Joe Friel (wieloletni trener kolarzy, m.in. Lance'a Armstronga, który wypróbował to ustawienie na sobie odnotowując wzrost generowanej podczas jazdy mocy aż o 9% [13]) oraz Steve Hogg, podając ciekawy przykład kolarza, który poprawił swoje wyniki na 43-kilometrowej trasie wyścigu o 3 min tylko dzięki zmianie ustawienia bloku i dokonaniu niezbędnych korektpozycji siodełka i kierownicy [14]). Jak podkreślają obaj, większość kolarzy chwali sobie możliwość dłuższego wysiłku, zwiększoną generowaną moc, a także zauważa szybszą regenerację po jeździe. Przeniesienie

Wszelkie prawa zastrzeżone. Kopiowanie, rozpowszechnianie, przedruk i publikacja w jakiejkolwiek formie (również elektronicznej) do celów komercyjnych zabroniona. Wykorzystanie w celach niekomercyjnych za zgodą autora i medicycling.eu.

ciężaru generowania siły potrzebnej do pedałowania z mięśni łydki na grupę mięśni prostowników uda pozwala triathlonistom biegać szybciej, bowiem podczas biegu używają właśnie głównie mięśni łydek, które są mniej zmęczone jazdą na rowerze.
Niestety, nadmierny entuzjazm MDS ogranicza fakt, iż ciężko zdobyć obuwie przystosowane do takiego ustawienia bloku, przesunięte do przodu stopy mogą zahaczać o oponę podczas jazdy, a do czasu zauważenia wymiernych korzyści potrzebny jest okres adaptacji. Jednak, jaktwierdzi Steve Hogg, ci, którzy spróbowali tego ustawienia, już przy nim zostali. Być może więc niedługo czeka nas rewolucja w standardach jazdy?

Podsumowując: naukowe badania nie dały twierdzącej odpowiedzi na pytanie, czy „tylne" ustawienie stopy na pedale poprawia efektywność jazdy kolarza. Nie ulega wątpliwości, że pedałowanie to czynność niezwykle skomplikowana fizjologicznie i biomechanicznie, a pozycja stopy wpływa na wiele aspektów działania mięśni. Dlatego każde zmiany ustawienia bloków powinny być dokonywane stopniowo, ale w świetle uzyskanych wyników mogą być dyktowane głównie komfortem jazdy, bez obaw o wpływ na jej efektywność.

Autor: Marta Roczek, Mateusz Adamkiewicz

Bibliografia:

[1] „Biomechanics and muscle coordination of human walking. Part I: Introduction to concepts, power transfer, dynamics and simulations"; Zajac et al.; Gait and posture 2002; 16, 215-232

Wszelkie prawa zastrzeżone. Kopiowanie, rozpowszechnianie, przedruk i publikacja w jakiejkolwiek formie (również elektronicznej) do celów komercyjnych zabroniona. Wykorzystanie w celach niekomercyjnych za zgodą autora i medicycling.eu.

[2] “A state space analysis of mechanical energy generation, absorption and transfer during pedaling”; Fregly B.J., Zajac F.E.; Journal of Biomechanics 1996; Vol. 29 No. 1, 81-90
[3] “Muscle coordination of maximum speed pedaling”; Raasch C.C. et al.; Journal of Biomechanics 1997; Vol.30 No.6 595-602
[4]“Multivariable optimization of cycling biomechanics”, Gonzalez H., Hull M.L.; Journal of Biomechanics 1989; 22, 1151-1161
[5] “Joints motions of the lower limb during Ergometer Cycling”; Ericson et al.; The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy 1988; Vol. 9 No. 8, 273-278
[6] “Is economy of competitive cyclists affected by the anterior-posterior foot position on the pedal?”; Van Sickle J.R., Hull M.L.; Journal of Biomechanics 2007; Vol. 40, 1262-1267
[7] “Muscular Exercise, Lactic Acid and the Supply and Utilisation of Oxygen”;Hill A.V. et al; Proceedings of The Royal Society – Biological Sciences 1924, Vol. 97 No. 682, 155-176
[8] “Criteria for maximal oxygen uptake: review and commentary” ;Howley E.T. et al; Medicine and Science in Sports and Exercise 1995; Vol. 27 No. 9, 1292-1301
[9] “Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance”; Basset D.R. et al; Medicine and Science in Sports and Exercise 2000; 32, 70-84
[10] “Effects of Shoe Cleat Position on Physiology and Performance of Competitive Cyclists”; Paton C.D.; International Journal of Sports Physiology and Performance 2009; 4, 517-523
[11]”The effects of cleat placement on muscle mechanics and metabolic efficiency in prolonged submaximal cycling”; Daniel J. Leib; A Thesis For The Degree Master of Science, Biomechanic Laboratory, Ball State University – Muncie, USA; 2008
[12] www.biomac.biz
[13] “Cleat position”; Friel Joe; Joe Firel’s Blog; 2007
[14] “Power to the pedal – cleat position”; Steve Hogg; Steve Hogg’s Bike Fitting Website; 2011

Wszelkie prawa zastrzeżone. Kopiowanie, rozpowszechnianie, przedruk i publikacja w jakiejkolwiek formie (również elektronicznej) do celów komercyjnych zabroniona. Wykorzystanie w celach niekomercyjnych za zgodą autora i medicycling.eu.