



POLSKI ZWIĄZEK PŁYWACKI

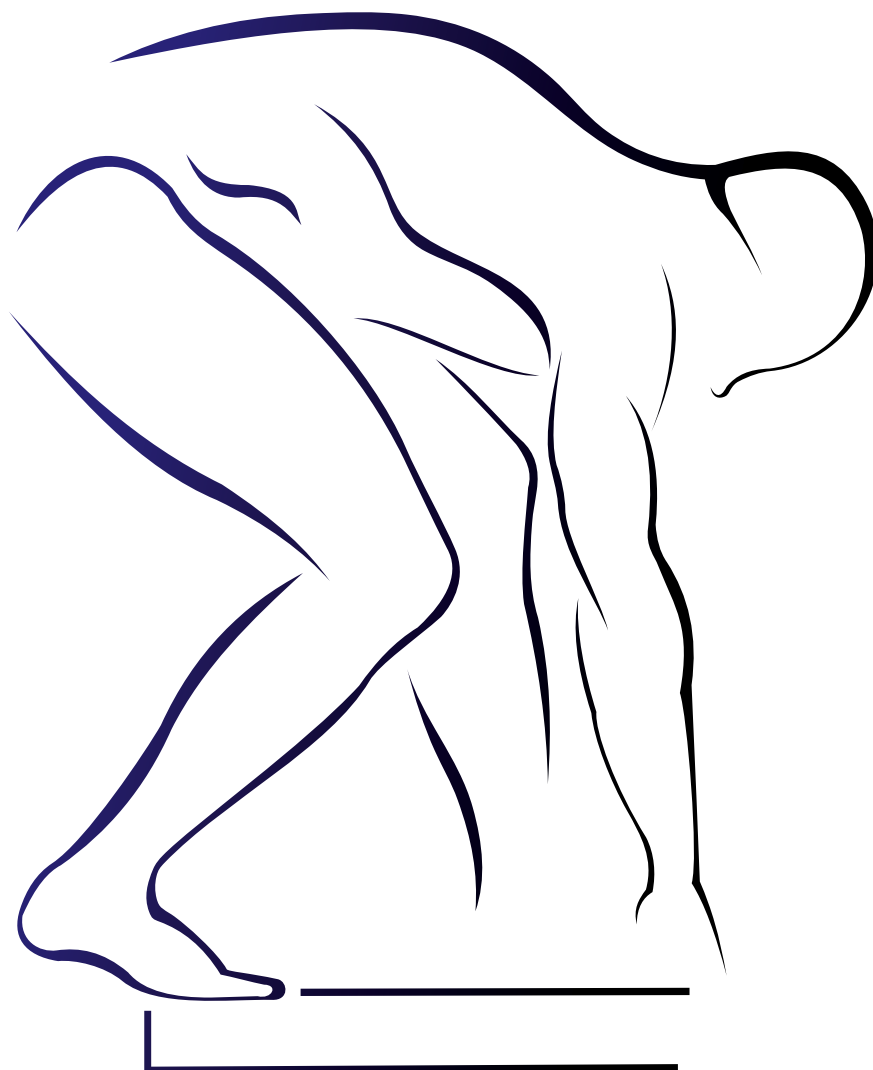
BIULETYN SZKOLENIOWY

NR 5/2013

Strefy energetyczne w treningu pływackim - nowe spojrzenie

Autor: Ernest W. Maglischo

Tłumaczenie i opracowanie: Piotr Gęgotek



Strefy energetyczne w treningu pływackim - nowe spojrzenie

Autor: Ernest W. Maglischo

Tłumaczenie i opracowanie: Piotr Gęgotek

Redakcja: Katarzyna Kucia-Czyszczon, Piotr Makar

Streszczenie

Celem niniejszej pracy będzie opisanie innej interpretacji stref energetycznych w treningu pływackim, bazujące na treningu trzech typów włókien mięśniowych. Fizjologiczne uzasadnienie tej teorii zostało przedstawione we wcześniejszej pracy (12). Ten uzupełniający artykuł w bardziej szczegółowy sposób przedstawia sterownie treningiem zgodnie z wcześniej przedstawioną teorią.

Wstęp

Pojęcie stref energetycznych w treningu pływackim jest związane z praktyką badań mleczanu we krwi, która stała się bardzo popularna w latach 1980 – 2000. Metoda ta jest stosowana do dnia dzisiejszego w wielu regionach świata. Opiera się ona na koncepcji treningu tzw. „Progu Beztlenowego” albo „Progu Mleczanowego”.

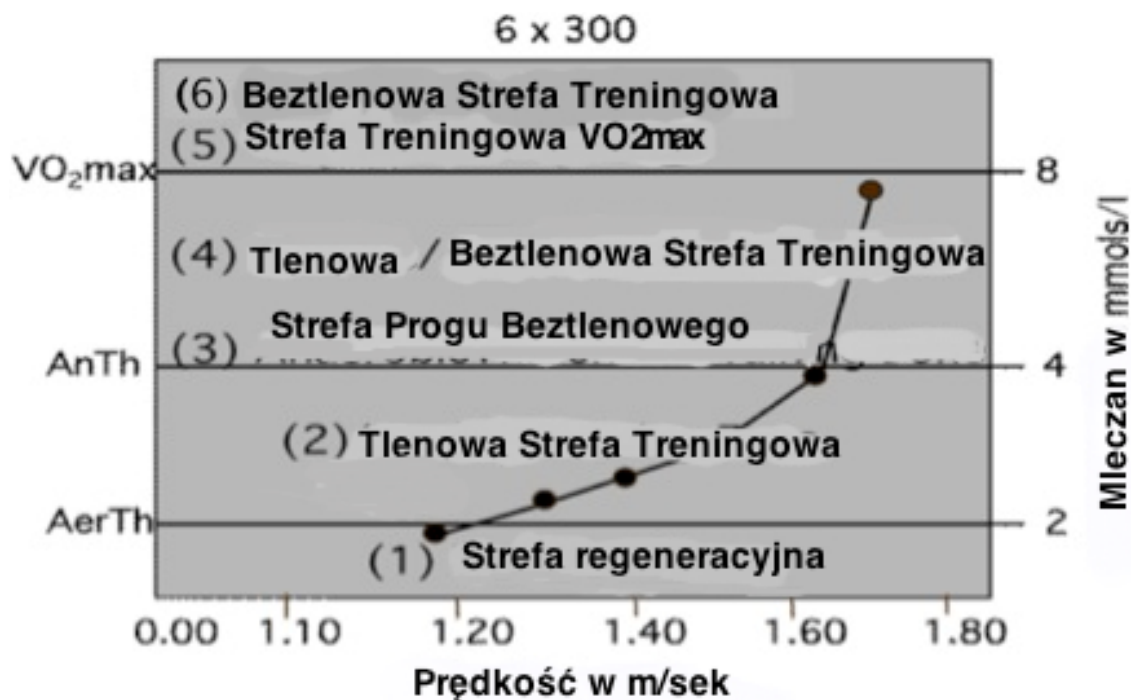
Założenie to sugeruje, że najbardziej skuteczna intensywność dla wytrzymałościowego treningu tlenowego występuje przy prędkościach, w których ilość powstałego i ilość usuwanego mleczanu z krwi, były w przybliżeniu równe, czyli na poziomie tzw. „Progu Beztlenowego”. Dla większości sportowców prędkość ta następuje, gdy stężenie mleczanu we krwi wynosi od 3 do 5 mmol/litr.

Fizjologiczne uzasadnienie opowiadające się za treningiem na progu beztlenowym polega na tym aby metabolizm tlenowy byłby maksymalnie przeciążony przy tej prędkości z bardzo małą ingerencją metabolizmu beztlenowego. W ten sposób, poprzez trening przy prędkościach na progu beztlenowym sportowcy mogą przeciążyć mechanizm dostarczania i wykorzystywania tlenu we włóknach mięśniowych w czasie od 20 do 40 minut, który uważany był za optymalny dla osiągnięcia skutecznego bodźca w treningu tlenowym. Istnieje również teoria, że większe prędkości treningowe, ponad progiem beztlenowym nie byłyby aż tak skuteczne w poprawie wytrzymałości tlenowej, ponieważ metabolity z przemian beztlenowych zmniejszałyby efekt treningu tlenowego.

Typową krzywa mleczanową (poziom mlecznu względem prędkości pływania), która może być stosowana do wyznaczenia progu beztlenowego przedstawiono na Wykresie 1. Zawodnik przedstawiony na tym wykresie przepłynął zadanie 6 x 300m, gdzie każde następne powtórzenie pływane było coraz szybciej. Prędkość pierwszego powtórzenia była celowo bardzo niska, tak że prawie cała energia mogła być dostarczana tlenowo. Każde kolejne powtórzenie stopniowo było pływane z coraz większą prędkością, aż do ostatniego powtórzenia pływane z prędkością

maksymalną, a zatem beztlenowo. Pomiary mleczanu z krwi były wykonywane po każdym przepłyniętych 300m i przedstawione graficznie w stosunku do uzyskiwanej prędkości pływania. Następnie, naniesione punkty zostały połączone w celu utworzenia krzywej mleczanowej (mleczan/prędkość).

Uzyskana krzywa mleczanowa (mleczan/prędkość) tego zawodnika wskazuje, że jego próg beztlenowy wystąpił przy prędkości pływania około 1,63 m/sek, podczas gdy jego szacowana prędkość VO_{2max} wynosiła ok. 1,70 m/sek. Trzecia wartość na Wykresie 1 określa w przybliżeniu prędkość progu tlenowego zawodnika (AerTh). Uważa się, że ten próg reprezentuje minimalne prędkości treningowe, gdzie metabolizm tlenowy może zostać poprawiony. U tego pływaka próg tlenowy występuje przy prędkości około 1.23m/sek.



Wykres 1. Prędkości i strefy treningowe sugerowane przez typową krzywą mleczanową (mleczan/prędkość). Krzywa ta wskazuje, że próg beztlenowy zawodnika występuje przy prędkości pływania około 1,63 m/sek. Inne obliczenia wykazały, że prędkość pływania na progu tlenowym wyniosła (1.23m/sek) i VO_{2max} (1.70m/sek). Wyznaczonych zostało sześć stref treningowych.

Próg Tlenowy, Próg Beztlenowy i VO_{2max} to trzy prędkości, które zwykle można oszacować z krzywej mleczanowej (mleczan/prędkość), jednak na podstawie tych danych można oszacować również kilka dodatkowych prędkości pływania i energetycznych stref treningowych. W tym przypadku sześć stref treningowych zostało wyznaczonych na podstawie trzech prędkości: (1) strefa regeneracyjna, (2) strefa treningu tlenowego, (3) strefa treningu na progu beztlenowym, (4) strefa mieszana treningu tlenowego i beztlenowego, (5) strefa treningu przy prędkości VO_{2max} , i (6) beztlenowa strefa treningowa. Są to najczęściej identyfikowane

prędkości treningowe i strefy energetyczne, choć niektóre prezentowane programy treningowe zawierają dodatkowe prędkości treningowe i strefy energetyczne w ramach tych sześciu kategorii.

Strefa regeneracyjna jest dokładnie tym, co sugeruje jej nazwa. Pływanie przy prędkościach wolniejszych niż prędkości progu tlenowego stymuluje odbudowę i regenerację mięśni ale wnosi niewiele, jeśli w ogóle, przydatnych czynników adaptacji treningowej u dobrze wytrenowanych zawodników.

Strefa treningu tlenowego leży pomiędzy prędkością uzyskiwaną na progu tlenowym pływaka i jego prędkością uzyskiwaną na progu beztlenowym. Została wyznaczona jako strefa energetyczna, gdzie metabolizm tlenowy może zostać poprawiony niewielką ingerencją metabolizmu beztlenowego. Jak wykazano wcześniej, prędkość uzyskiwana na progu beztlenowym jest uważana za tę prędkość treningową, gdzie metabolizm tlenowy można optymalnie poprawić. W dalszej części pracy zostaną przeze mnie przedyskutowane tezy przeciwko tym stwierdzeniom.

Mieszana strefa treningowa (tlenowo/beztlenowa) reprezentuje zakres prędkości treningowych pomiędzy progiem beztlenowym a VO_{2max} , gdzie zarówno tlenowe jak i beztlenowe systemy metaboliczne mogą być trenowane. Uważa się, że pływanie w tej strefie stymuluje interakcje generowania energii tlenowej i beztlenowej, które następuje podczas wyścigów. Powszechne jest przekonanie, że trening w tej strefie zwiększa zarówno tlenową jak i beztlenową adaptację treningową tak, że metabolizm beztlenowy nie wpływa na obniżenie się poziomu pH mięśni zbyt szybko.

Strefa energetyczna prędkości VO_{2max} jest w przybliżeniu prędkością pływania, przy której poziom poboru tlenu jest maksymalny dla danego zawodnika. Trening przy tej prędkości uważany jest za najbardziej optymalny dla zwiększenia zużycia poboru tlenu podczas wyścigów, jednakże w dalszej części artykułu przedstawię w jaki sposób można podważyć to przekonanie.

Strefa treningu beztlenowego ma charakter pływania metodą powtórzeniową, gdzie dystanse są krótkie a prędkości pływania tak duże, że główna część energii potrzebnej do skurczu mięśni jest dostarczana przez metabolizm beztlenowy. Zalecane jest więc trenowanie w tej strefie w celu poprawienia beztlenowych funkcji metabolicznych, jak również zdolności buforowych mięśni i tolerancji mleczanowej (na ból).

W mojej poprzedniej pracy (12) zasugerowałem, że więcej ostatecznych wyjaśnień na temat adaptacji fizjologicznych zachodzących w tych strefach wiąże się z zaangażowaniem i treningiem trzech głównych typów włókien mięśniowych u ludzi: wolnokurczliwych (ST), szybko kurczliwych A (FTa) i szybko kurczliwych X (FTx). (Włókna mięśniowe FTx w poprzednich pracach były nazywane włóknami FTb, ale ten pierwszy termin jest teraz bardziej popularny). W tym artykule chciałbym

opisać moją hipotezę w sposób bardziej szczegółowy, a jednocześnie zasugerować wytyczne do planowania zadań treningowych, które mogą być bardziej precyzyjne przy ukierunkowaniu poszczególnych typów włókien, a tym samym bardziej skuteczne dla poprawy wydolności tlenowej i beztlenowej.

Inna interpretacja stref treningowych

Z poprzednich opisów różnych prędkości treningowych i stref energetycznych powinno wynikać, że adaptacje metaboliczne wytwarzane w każdej z nich są określone bardzo ogólnikowo. W szczególności dotyczy to strefy mieszanej - tlenowo/beztlenowej jak i beztlenowej strefy treningowej. Jeden z wybitnych międzynarodowych trenerów w odniesieniu do strefy mieszanej tlenowo/beztlenowej nazwał ją „strefą tajemnic”, ponieważ adaptacje, które wynikają z treningu w tej strefie, nigdy nie były klarownie zidentyfikowane. Opisy i objaśnienia każdej prędkości treningowej i strefy energetycznej nie zawsze jasno wskazują do jakiego stopnia tlenowy i beztlenowy metabolizm mogą być przyczyną przetrenowania zwłaszcza w strefach energetycznych powyżej progu beztlenowego. Należałoby zadać pytanie: „Czy oba procesy metaboliczne są maksymalnie przeciążone, czy metabolizm tlenowy dominuje w strefie mieszanej tlenowo/beztlenowej?” Oczywiście, beztlenowe mechanizmy metaboliczne są obciążone w beztlenowej strefie treningowej. Kolejne pytanie może brzmieć: „Do jakiego stopnia, i jeśli w ogóle, tlenowe mechanizmy metaboliczne są również poprawiane?”

Wciąż niejasny pozostaje inny aspekt badań dotyczący stopnia do jakiego każdy z trzech typów włókien mięśniowych jest trenowany w różnych strefach energetycznych i czy efekty potreningowe występujące w nich są całkowicie tlenowe, beztlenowe czy może stanowią kombinacją obu zakresów. W większości schematów energetycznych stref treningowych pojęcia metabolizmu tlenowego i metabolizmu beztlenowego stosowane są tak, jakby były niezależne od typów włókien mięśniowych używanych przez pływaka, czy to ST, Fta, czy FTx. Jednak w rzeczywistości zobaczycie, że rodzaj metabolizmu energetycznego który jest aktywizowany w każdym rodzaju włókna, może być bardzo różny gdy trenowane są w poszczególnych strefach energetycznych.

Rewizja wiedzy na temat angażowania włókien mięśniowych i efektów potreningowych.

A teraz krótki przegląd dotyczący mojej poprzedniej pracy *Trening szybko kurczliwych włókien mięśniowych: dlaczego i jak* (12), który może być pomocny dla tych z Was, którzy jej nie przeczytali. Niektóre z istotnych punktów są przedstawione na Rysunku 2.

1. **Włókna mięśniowe ST wykonują większość pracy przy prędkościach pływania, które są wolniejsze niż prędkości progu beztlenowego.**
2. **Włókna FTa są angażowane, aby wspomóc włókna ST, gdy prędkości pływania zbliżą się do prędkości progu beztlenowego bądź je przekroczą. Coraz większa ilość włókien FTa jest angażowana, gdy prędkość pływania zbliża się do prędkości VO_{2max} .**
3. **Włókna FTx angażowane są w większych ilościach aby wspomóc włókna ST i FTa, gdy prędkości treningowe osiągają bądź przekraczają prędkości VO_{2max} .**
4. **We wszystkich typach włókien mięśniowych gdy są one angażowane do wykonania pracy, głównym efektem potreningowym jest zwiększenie metabolicznej wydolności tlenowej.**
5. **Metaboliczna wydolność beztlenowa, tempo usuwania mleczanu i zdolność do buforowania również zostaną zwiększone gdy prędkości treningowe przekroczą prędkości progu beztlenowego VO_{2max} .**

Rysunek 2. *Kilka ważnych punktów dotyczących angażowania i treningu włókien mięśniowych.*

Wbrew temu co niektórzy myślą, kolejność angażowania włókien mięśniowych wynika z siły lub mocy potrzebnej do wykonania ruchu, a nie z prędkości potrzebnej do jego wykonania. Na przykład, wolnokurczliwe a nie szybko kurczliwe włókna mięśniowe będą głównie używane do wykonania szybkiego ruchu, który wymaga małej mocy jak jazda na ergometrze rowerowym. Z drugiej strony, podnoszenie dużego ciężaru bardzo powoli wymagałoby angażowania wszystkich trzech typów włókien niemalże równocześnie.

Ten punkt jest dla nas bardzo ważny, ponieważ pływacy płynąc powoli zwykle wykonują ruchy wolniej i z mniejszą mocą, a zatem angażują wolnokurczliwe włókna do wykonania wysiłku. I na odwrót, w sprincie wykonują ruchy szybciej i z większą mocą, co jest związane z faktem angażowania szybko kurczliwych włókien mięśniowych aby wspomóc, *a nie zastąpić*, włókna wolnokurczliwe.

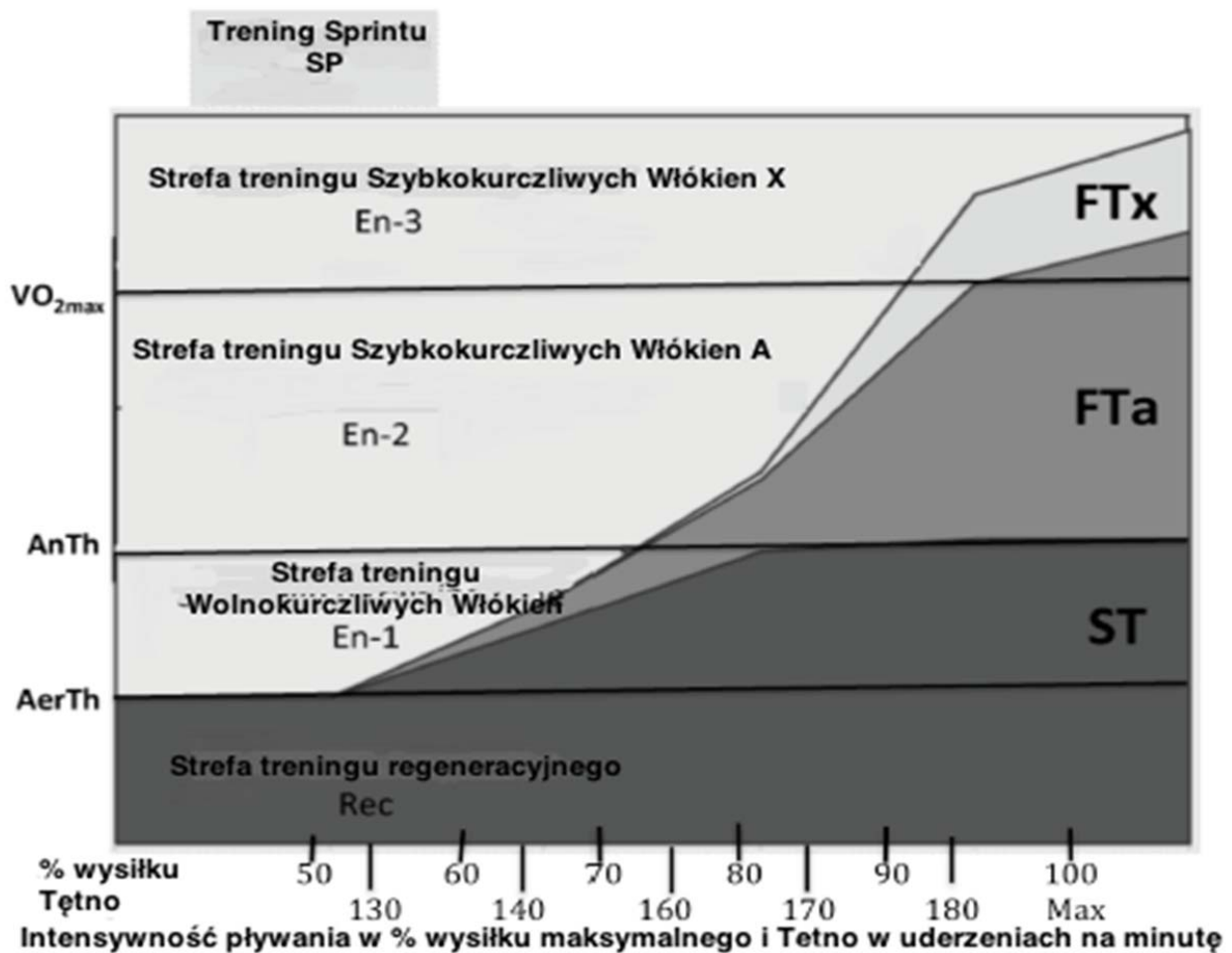
Na podstawie badań zarówno na ludziach jak i na zwierzętach możliwe jest oszacowanie intensywności pływania, przy której włókna mięśniowe FTa i FTx zostaną zaangażowane aby wspomóc wolnokurczliwe włókna podczas wysiłku. Wydaje się, że włókna FTa są angażowane do pracy gdy prędkości pływania zbliżają się do prędkości progu beztlenowego aby wspomóc włókna ST. Progresywnie coraz większa ilość włókien FTa jest angażowana, gdy prędkość pływania zbliża się do prędkości VO_{2max} . Wydaje się również, że włókna mięśniowe FTx nie są angażowane w większych ilościach dopóki prędkość pływania nie przekracza prędkości VO_{2max} lub do momentu gdy znaczna ilość włókien FTa ulegnie zmęczeniu przy mniejszych prędkościach, w którym to przypadku włókna FTx zostaną zaangażowane w celu

utrzymania tempa pływania. Podsumowując, przy mniejszych prędkościach wolnokurczliwe włókna wykonują większość pracy, podczas gdy przy coraz większych prędkościach szybko kurczliwe włókna mięśniowe FTa, a z czasem szybko kurczliwe włókna mięśniowe FTx, są angażowane aby wspomóc wolnokurczliwe włókna ST tak, że przy maksymalnej prędkości pływania wszystkie trzy rodzaje włókien są angażowane do wykonywania pracy. Ten tak zwany „rampowy efekt” angażowania włókien mięśniowych przedstawiono na Rysunku 3. Moja interpretacja efektów treningowych następujących w różnych strefach treningowych jest również przedstawiona na tym rysunku i będzie omówiona w kolejnych paragrafach. Wierzę, że dla realizacji założeń treningowych należy przyjąć trzy strefy treningu wytrzymałościowego i jedną kategorię treningu sprintu, które są konieczne do trenowania trzech rodzajów włókien mięśniowych u ludzi do uzyskania optymalnej wydajności. Strefy wytrzymałościowe oznaczone są jako En-1, EN-2 i En-3. Celem strefy En-1 jest trening tlenowych procesów metabolicznych wolnokurczliwych włókien mięśniowych bez ingerowania metabolizmu beztlenowego. Strefa En-1 leży pomiędzy prędkościami progu tlenowego i beztlenowego.

Głównym celem strefy En-2 jest trening tlenowych procesów metabolicznych szybko kurczliwych włókien mięśniowych FTa. Strefa En-2 leży pomiędzy prędkością progu beztlenowego a prędkością VO_{2max} . Celem strefy En-3 jest trening tlenowych procesów metabolicznych szybko kurczliwych włókien FTx. Wymaga to prędkości przewyższających prędkości VO_{2max} .

Cele, jakie przypisałem poszczególnym strefom treningowym En-2 i En-3 mogą być zaskakujące ponieważ uważa się, że pływanie z prędkościami przewyższającymi prędkość na prógu beztlenowym dotyczy głównie beztlenowego metabolizmu. W rzeczywistości jednak usprawniona zdolność tlenowych systemów energetycznych jest głównym efektem treningowym dla wolnokurczliwych włókien mięśniowych wykorzystywanych w tych strefach. Gdy szybko kurczliwe włókna używane są do wykonania pracy, poprawiają swoją wydolność metabolizmu tlenowego poprzez zwiększanie gęstości naczyń włosowatych wokół tych włókien, jak również zwiększanie zawartości mioglobiny i mitochondriów w komórkach mięśniowych.

Dzieje się tak niezależnie od tego czy włókna FTa czy FTx są używane do wykonania pracy, a także bez względu na to czy praca jest intensywna, gwałtowna i krótkotrwała. Innymi słowy praca, którą zwykle uważamy za beztlenową tak naprawdę poprawia wydolność tlenową szybko kurczliwych włókien mięśniowych w strefach En-2 i En-3. Ma to sens gdy zdamy sobie sprawę, że wszystkie włókna mięśniowe będą próbowały dopasować się tak, że przede wszystkim większość pracy którą wykonują będzie napędzana poprzez metabolizm tlenowy zamiast metabolizmu beztlenowego. Dopasowują się w ten sposób, żeby opóźnić zmęczenie. Powód, dla którego sportowcy muszą trenować przy prędkościach powyżej progu beztlenowego aby poprawić tlenowe procesy metaboliczne szybko kurczliwych włókien mięśniowych jest taki, że prędkość ta jest potrzebna do angażowania szybko kurczliwych włókien mięśniowych.



Wykres 3. Rampowy efekt angażowania włókien mięśniowych. Adaptacja z J.H. Wilmore i D.L. Costill (2004) *Physiology of Sport and Exercise*, str. 50. Champaign, IL: Human Kinetics. Ten rysunek graficznie przedstawia, w jaki sposób trzy typy włókien mięśniowych: wolnokurczliwe (ST), szybko kurczliwe A (FTa) i szybko kurczliwe X (FTx) są angażowane przy różnych intensywnościach pracy treningowej. Wykres 3 przedstawia również lokalizacje trzech stref energetycznych treningu wytrzymałościowego w stosunku do wartości progów tlenowego, beztlenowego i prędkości VO_{2max} na pionowej osi y. Procentowo przedstawiono szacunkowy wysiłek i poziom tętna, które odpowiadają treningowi w każdej strefie energetycznej znajdującej się na poziomej osi x. Czwarta kategoria treningu, trening sprintu, znajduje się na szczycie wykresu.

Jak można podejrzewać dodatkowym atutem treningu w strefach En-2 i En-3 jest to, że beztlenowe procesy metaboliczne czyli mechanizmy usuwania mleczanu i zdolności do buforowania włókien FTa i włókien FTx mogą również zostać poprawione, ponieważ duża porcja energii potrzebnej do skuczu mięśni musi zostać dostarczona beztlenowo, gdyż wyższe prędkości pływania wymagają zaangażowania tych właśnie włókien mięśniowych.

Ponieważ wolnokurczliwe włókna mięśniowe również pracują gdy zawodnicy pływają przy dużych prędkościach, możliwe jest, że trening w strefach En-2 i En-3 poprawi również procesy metabolizmu beztlenowego w wolnokurczliwych włóknach mięśniowych. Niemniej jednak nie jest jasne, jak podatne są wolnokurczliwe włókna ST jeśli chodzi o poprawę metabolizmu beztlenowego, więc zakres do którego może to zjawisko wystąpić jest w tej chwili nieznan.

Trening sprintu znajduje się powyżej wykresu, ponieważ jest to kategoria treningu a nie strefa. Nie ma to nic wspólnego z pływaniem powyżej lub poniżej pewnych progów lub pływaniem w pewnych stężeniach mleczanu we krwi. W odniesieniu do angażowania włókien mięśniowych, prawie wszystkie włókna każdego rodzaju zostaną zaangażowane w pracujących mięśniach kiedy zawodnicy pływają przy prędkościach bliskich maksymalnych wymaganych dla treningu sprintu. W tym przypadku zmęczenie mięśni następuje tak szybko, że może nie wystarczyć czasu do wytworzenia znaczących beztlenowych efektów treningowych. Więc trenowanie w tej kategorii prawdopodobnie ma niewiele wspólnego z treningiem wytrzymałości tlenowych lub beztlenowych w wolnokurczliwych i szybko kurczliwych włóknach mięśniowych. Nie jest również związane z poprawą zdolności buforowania i usuwania mleczanu. Jego podstawowym celem jest zwiększenie maksymalnej mocy pociągnięcia i stopnia uwalniania energii z ATP-CP i beztlenowych systemów metabolicznych tych włókien mięśniowych tak, że sportowcy mogą osiągać większe prędkości maksymalne.

Można zauważyć, że w moim wyjaśnieniu nie ma żadnych stref treningowych wskazanych jako prędkości odnoszących się do progu beztlenowego i VO_{2max} . To dlatego, iż nie wierzę, że te dwie wartości mogą ulec najlepszemu polepszeniu poprzez trening przy/lub w pobliżu tych prędkości. Podejrzewam, że tylko niewielka część szybko kurczliwych włókien mięśniowych jest angażowana w treningu przy prędkościach odpowiadających progowi beztlenowemu, co nie ma znaczącego wpływu na efekty treningu. W związku z tym, ich wpływ na poziom zużycia tlenu i usuwaniu mleczanu nie zwiększy się w znaczącym stopniu poprzez pływanie dokładnie z tą prędkością. Z drugiej strony, można się spodziewać, że wydolność tlenowa wolnokurczliwych ST i szybko kurczliwych włókien mięśniowych FTa z pewnością uległaby rozwojowi wskutek treningu przy prędkościach bliskich prędkości VO_{2max} . Jednakże podejrzewam, że tylko niewielka ilość szybko kurczliwych włókien FTx byłaby angażowana przy tej prędkości, to jest do momentu gdy znaczna ilość szybko kurczliwych włókien FTa nie ulegnie zmęczeniu.

Podejrzewam również, że prędkości progu beztlenowego i VO_{2max} zostaną najskuteczniej poprawione poprzez zwiększenie szybkości metabolizmu tlenowego we wszystkich trzech głównych typach włókien. Dlatego jestem zdania, że efektywne zwiększanie prędkości na progu beztlenowym i VO_{2max} wymaga treningu we wszystkich trzech strefach wytrzymałościowych, zamiast treningu realizowanego dokładnie na tych dwóch prędkościach.

Czyniąc tak, poprawiona tlenowa wydolność metaboliczna wszystkich typów włókien mięśniowych, łączona podczas wyścigu, powinna stworzyć zwiększone maksymalne zużycie tlenu (VO_{2max}) oraz zmniejszyć tempo produkcji kwasu mlekowego (szybsze Anth). Ponadto tempo usuwania mleczanu z włókien mięśniowych które pracują we wszystkich strefach treningowych i przechwytyują metabolity powstałe w wyniku rozpadu mleczanu, jony wodoru i inne metabolity przez niepracujące włókna, również powinno zostać polepszone poprzez trening przy prędkościach, które są wolniejsze jak i szybsze niż prędkości uzyskiwane na progu beztlenowym i VO_{2mx} . To z drugiej strony poprawi w większym stopniu rozwijane prędkości pływania na tych popularnych odnośnikach potencjału zawodnika w konkurencjach wytrzymałościowych, niż mogłaby one zostać poprawione poprzez trening dokładnie przy tych prędkościach.

Jeśli to rozumowanie jest poprawne, żadne korzyści nie zostałyby osiągnięte poprzez trening dokładnie na progu beztlenowym i prędkości VO_{2max} , które to z kolei eliminowałyby potrzebę stosowania inwazyjnych testów mleczanowych aby wyznaczyć te prędkości. Zamiast w/w testów szacowanie postrzeganego poziomu wysiłku oraz pomiar tętna powinny być wystarczające dla określenia w przybliżeniu odpowiednich prędkości treningowych dla każdej z trzech stref wytrzymałościowych.

Pozwoliłoby to większości zawodników i trenerom podejść do treningu skuteczniej, opierając trening na zastosowaniu energetycznych stref pracy treningowej, szczególnie pomocnych dla tych, którzy nie mają odpowiedniego sprzętu, wiedzy i czasu na testy mleczanowe.

Niektóre propozycje dotyczące projektowania zadań treningowych w każdej strefie energetycznej treningu pływackiego.

Strefa treningu Wolnokurczliwych Włókien ST (En-1).

Jak opisano wcześniej, strefa treningowa **En-1** leży pomiędzy prędkością uzyskiwaną na progu tlenowym (czyli minimalną prędkością gdzie wywołane mogą być efekty treningowe) a prędkością uzyskiwaną na progu beztlenowym (czyli maksymalna prędkość gdzie poziom produkowania i usuwania mleczanu są bliskie równowagi). Celem treningu w tej strefie jest poprawa wydolności tlenowej wolnokurczliwych włókien mięśniowych z małą ingerencją beztlenowego metabolizmu. Przy minimalnym angażowaniu włókien mięśniowych FTa i niewielkim albo żadnym angażowaniu włókien FTx sportowcy powinni być w stanie kontynuować trening wolnokurczliwych włókien mięśniowych ST przez dłuższy czas z minimalną akumulacją produktów metabolicznych, które to metabolity powodują zmęczenie. Należy sobie w tym momencie uświadomić, że produkty te są wytwarzane w dużo większej ilości przez szybko kurczliwe niż wolnokurczliwe włókna mięśniowe. Jest to idealne rozwiązanie, ponieważ wolnokurczliwe włókna wydają się najlepiej poprawiać swoje tempo metabolizmu tlenowego przez

zwiększenie objętości treningu, pod warunkiem oczywiście, że prędkości treningu są wystarczające do angażowania większości tych włókien wewnątrz mięśni używanych przy pływaniu (czyli uzyskiwana prędkość treningowa powinna być pomiędzy prędkością uzyskiwaną na progu tlenowym i progu beztlenowym).

Istnieją dwie zasadnicze kategorie zadań co do których uważam, że powinny być realizowane w strefie En1. Z braku lepszej terminologii nazywam je zadaniami **podstawowymi i wspomagającymi**. Celem **podstawowego** zadania w strefie En-1 jest zmaksymalizowanie pracy wszystkich lub większości wolnokurczliwych włókien mięśniowych ST w pracujących mięśniach tak, że można poprawić tempo metabolizmu tlenowego na tyle, na ile jest to możliwe.

Zadanie tego typu powinno trwać co najmniej 20 minut dla sprinterów do 40 minut dla pływaków długodystansowych w celu zapewnienia odpowiedniego czasu, aby wystąpił pożądaný bodziec treningowy. (Czas pływania a nie objętość zadania został użyty aby określić pożądaną długość zadań treningowych, więc optymalny dystans może zostać ustalony dla wszystkich grup wiekowych czy dobrany względem poziomu umiejętności). Kilka krótszych zadań treningowych wykonanych na tym poziomie w ramach jednej sesji treningowej z bardzo krótkim czasem odpoczynku między nimi mogłoby również zostać zastosowane dla tego celu, tak długo aby całkowity czas wszystkich zadań trwał od 20 do 40 minut lub dłużej podczas jednej sesji treningowej.

Czasy interwału (przerwy odpoczynkowej) powinny być krótkie, żeby zawodnicy nie mogli pływać szybciej niż prędkość progu beztlenowego ale też tak aby byli w stanie ukończyć zadanie. Pozwolę sobie powtórzyć ten ostatni punkt. Jest bardzo ważne żeby czasy interwału były tak krótkie, żeby zawodnicy nie mogli przekraczać prędkości progu beztlenowego przez większość zadania treningowego. Jak już wcześniej wspomniano, zostałby spełniony warunek, że wszystkie lub prawie wszystkie wolnokurczliwe włókna mięśniowe ST w pracującym mięśniu pływaka były angażowane w tym samym czasie z równoczesnym i minimalnym zaangażowaniem szybko kurczliwych włókien mięśniowych.

Można spekulować dlaczego zalecam wolniejszy trening przy prędkościach mniejszych niż próg beztlenowy dla poprawy tlenowych funkcji metabolicznych wolnokurczliwych włókien mięśniowych, gdy te włókna również pracują bardzo ciężko przy prędkościach większych niż próg beztlenowy. To dlatego, że w literaturze możemy znaleźć przesłanki wskazujące, iż tempo poprawy tlenowej wydolności metabolicznej wolnokurczliwych włókien mięśniowych może być nieskuteczne poprzez zbyt częste pływanie z prędkością powyżej progu beztlenowego, jeśli nie ma wystarczającej równowagi tzw. treningu podprogowego (12).

Nie należy sądzić pochylnie, że podstawowe zadania treningowe powinny być łatwe, czy nawet realizowane z umiarkowanym wysiłkiem. Zadania powinny być

zaplanowane w taki sposób aby prawie maksymalny wysiłek był wymagany przez zawodników aby utrzymywać prędkość pływania zalecanych powtórzeń między prędkościami uzyskiwanymi na progu tlenowym a prędkościami pływania uzyskiwanymi na progu beztlenowym.

Jak wskazałem wcześniej, nie jest konieczne aby znać dokładną prędkość progu tlenowego i beztlenowego dla konkretnego zawodnika by pływać w strefie energetycznej En-1. Przybliżone prędkości pływania powinny być wystarczające do tego celu. Z tego powodu postrzegana intensywność i pomiar tętna mogą być wykorzystane do monitorowania odpowiedniej intensywności dla tego typu zadań. Odnośnie wyznaczenia intensywności, pływacy powinni czuć, że pływają pomiędzy 70% a 90% swojego maksymalnego wysiłku przez większość czasu trwania zadania. W przypadku, gdy chodzi o tętno, powinno wynosić ono od 160 do 170 sk./min (16 do 17 skurczów na 6 sek.) przez większość czasu trwania zadania. Tętno może być nieco niższe niż 160-170 sk./min na początku zadania i ze względu na tzw. "pełzanie tętna", może osiągnąć maksymalne wartości bliżej końca zadania. Jednakże, jak stwierdzono, tętno od 160 do 170 sk./min powinno być utrzymywane przez większość powtórzeń podczas pływania podstawowych zadań w treningowej strefie energetycznej En-1.

Pływanie 2-óch i 3-ech tysięcy metrów na czas może stanowić doskonałe podstawowe zadanie w strefie En-1 dla większości nastoletnich zawodników i dla starszych zawodników powyżej dwudziestego roku życia. Jak wspomniano wcześniej, w przypadku nastoletnich i starszych pływaków całkowity dystans powtórzeń powinien zawierać 20-40 minut ciągłego pływania lub pływania zadania z krótkimi przerwami odpoczynkowymi. Uważam, że długość dystansu powinna wynosić powyżej 200m (2 minuty i dłużej). Moje własne doświadczenia jako trenera skłoniły mnie do przekonania, że przy dystansach 50 i 100m można wprowadzić zbyt długie przerwy odpoczynkowe w podstawowych zadaniach En-1 i takie powtórzenia mogą nie być tak skuteczne jak dłuższe powtórzenia dla odizolowania i rozwijania wydolności tlenowej wolnokurczliwych włókien mięśniowych.

Celem wspomagających zadań treningowych w strefie En-1 jest poprawa albo przynajmniej podtrzymanie wydolności tlenowej wolnokurczliwych włókien mięśniowych ST. Jako takie, powinny być realizowane z prędkością, która jest większa niż prędkość uzyskiwana na progu tlenowym i nieco mniejsza niż prędkość uzyskiwana na progu beztlenowym. Innymi słowy, powinny być realizowane w środku strefy En-1.

Wspomagające zadania w strefie energetycznej En-1, również powinny być wykonane w interwałach, w których przerwa odpoczynkowa wynosi od 10 do 30 sekund. Dodatkowo, powinny one być realizowane w dniach, w których zawodnicy regenerują się po bardziej intensywnym treningu lub w okresach, gdy pływane są zadania w strefach En-2 i En-3, które zostały zaplanowane tak, aby pozwolić na odpoczynek szybko kurczliwym włóknom mięśniowym. Dzieje się tak, ponieważ szybko kurczliwe włókna nie zostaną zaangażowane w znaczącym stopniu w czasie

pływania w strefie En-1. W ten sposób włókna te mogą odpoczywać i regenerować się, podczas gdy wolnokurczliwe włókna mięśniowe pracują i odbierają bodziec treningowy. W związku z tym nie powinno być konieczne pływanie wolniej niż prędkość na progu tlenowym aby odpoczywać, regenerować się i uzupełniać glikogen w szybkokurczliwych włóknach mięśniowych.

Wspomagające zadania strefy En-1 mogą być przeprowadzane na dowolnym całkowitym dystansie. 10 do 20 minut ciągłego pływania lub pływania z krótkim czasem odpoczynku jest prawdopodobnie minimalnym czasem potrzebnym do uzyskania odpowiednich efektów treningowych a dłuższe zadania mogą być nawet bardziej efektywne dla osiągnięcia tego celu. Jak wykazano, czasy interwału (przerw odpoczynkowych) powinny być ustawione tak, aby pozwalały na krótki odpoczynek. Te zadania nie wymagają maksymalnego wysiłku od pływaków, żeby były zadaniami skutecznymi. Dlatego sportowcy po raz kolejny mogą używać, postrzeganego poziomu wysiłku i pomiaru tętna w celu monitoringu, jeśli nie znają swojego indywidualnego tempa progu tlenowego i beztlenowego. Realizowana intensywność powinna mieścić się w zakresie od 70% do 80% maksymalnego wysiłku. Tętno podczas wysiłku w zakresie od 130 do 160 sk./min (13 do 16 skurczów na 6 sek.) wskaże odpowiednią intensywność podczas większości zadania treningowego.

Zadania treningowe mogą być kombinacją pływania na ramionach, na nogach jak również z zastosowaniem pływania w kombinacji różnych stylów. Zadania wspomagające En-1 są również doskonałym sposobem do wykonania ćwiczeń doskonalących technikę pływania, jak również umiejętności pływania na nogach i rękach. Ponieważ te zadania są realizowane przy wysiłkach submaksymalnych, sportowcy mogą skoncentrować się na poprawie techniki pływania, a jednocześnie otrzymują dodatkową korzyść w postaci poprawy wydolności tlenowej wolnokurczliwych włókien mięśniowych.

Ponadto, pływanie zadań wspomagających En-1 wywołuje adaptację takich układów fizjologicznych jak: oddechowego, krążenia i systemów hormonalnych. Są one określane jako **centralne adaptacje treningowe**, w przeciwieństwie do **obwodowych adaptacji treningowych**, które mają miejsce w pracujących włóknach mięśniowych.

Centralne efekty treningowe, które są wytwarzane podczas treningu w strefie En-1 obejmują wzrost objętości przepływu krwi (ilość krwi przetłoczona z serca na skurcz) i wzrost liczby naczyń włosowatych wokół płuc, tak żeby więcej tlenu było transportowane z płuc do naczyń włosowatych a stamtąd do mięśni.

Wydaje się, że pływanie również poprawia ogólną wydolność w większym stopniu niż inne sporty, jednocześnie zwiększając objętość płuc. Może być to spowodowane tym, że ciśnienie hydrostatyczne wydechu zwiększa siłę mięśni oddechowych (13). W dodatku, transportery mleczanu w wolnokurczliwych włóknach mięśniowych również mogą się zwiększyć, pozwalając większemu procentowi metabolitów

wyprodukowanych w pracujących szybko kurczliwych włóknach mięśniowych aby były zaabsorbowane przez wolno kurczliwe włókna mięśniowe podczas zawodów.

Zwiększy się także liczba czerwonych krwinek a także wzrośnie objętość przepływu krwi. Wcześniejsze adaptacje treningowe pozwolą także, aby więcej tlenu było transportowane przez krew, co powstrzymuje ją przed zjawiskiem zagęszczania krwi wynikającym ze zwiększenia ilości czerwonych krwinek, poprzez co zmniejsza się tempo przepływu krwi. Trening może również zmniejszyć udział katecholamin podczas pracy treningowej albo przynajmniej zwiększyć odporność zawodnika przed nadmiernym uwalnianiem katecholamin tak, że objawy przetrenowania są mniej prawdopodobne.

Ważną obwodową adaptacją, której można by się spodziewać z treningu w strefie En-1 jest zwiększenie się liczby wolnych naczyń włosowatych otaczających wolno kurczliwe włókna mięśniowe. W ten sposób więcej tlenu i glukozy jest dostarczane do dyspozycji włókien gdy przepływa przez nie krew. Ponadto, zwiększenie się liczby naczyń włosowatych pozwoli na skuteczniejsze (większe i szybsze) usuwanie metabolitów podczas zawodów sportowych.

Tempo usuwania mleczanu z wolno kurczliwych włókien mięśniowych, jonów wodorowych (H^+) i innych metabolitów może również zostać usprawnione poprzez zwiększenie ilości tzw. transportera mleczanu MCT mleczan/ H^+ . Znaczenie tego efektu jeszcze nie zostało ostatecznie określone. Jak wcześniej ustalono, zdolności metabolizmu beztlenowego wolno kurczliwych włókien mięśniowych są relatywnie małe, kiedy porównamy je do podobnych właściwości szybko kurczliwych włókien mięśniowych. W związku z tym jakość metabolizmu beztlenowego wytworzonego podczas treningu w strefie En-1 może być nie wystarczająca do uzyskania zwiększenia aktywności transporterów mleczanu aby ten mleczan usunąć.

Bez względu na to, czy zdolność wolno kurczliwych włókien mięśniowych do usuwania mleczanu, H^+ i innych metabolitów została znacząco poprawiona, wydaje się rozsądne stwierdzenie, że zdolność wypoczętych wolno kurczliwych włókien mięśniowych do przejścia niektórych metabolitów, które zostały wyprodukowane w pracujących szybko kurczliwych włóknach mięśniowych podczas wyścigów powinna zostać zwiększona. Można to uczynić poprzez zwiększenie innego typu transportera MCT mleczan/ H^+ . Ten transporter, nazwany MCT1, znajduje się w większej ilości we włóknach mięśniowych ST. Jego funkcją jest transport mleczanu i H^+ do wolno kurczliwych włókien, gdzie mogą one być przekształcone w glukozę.

Kolejną ważną obwodową adaptacją treningową jest zwiększenie mioglobiny w wolno kurczliwych włóknach mięśniowych. Substancja ta transportuje tlen przez cytoplazmę do mitochondriów gdzie może on zostać wykorzystany do odbudowy ATP i energii dla skurczów mięśniowych.

Prawdopodobnie najważniejszą cechą obwodowej adaptacji treningowej będzie zwiększenie rozmiaru i liczby mitochondriów w wolno kurczliwych włóknach

mięśniowych. Mitochondria to organelle we włóknach mięśniowych, w których zachodzi proces metabolizmu tlenowego. Zatem zwiększenie tych struktur powinno przyspieszyć tempo uwalniania energii za pośrednictwem metabolizmu tlenowego w wolnokurczliwych włóknach mięśniowych tak, żeby mogły one dostarczać w większym procencie całkowitą energię niezbędną podczas wyścigu. Te adaptacje powinny z kolei zmniejszyć zależność zawodnika od metabolizmu beztlenowego szybkokurczliwych włókien mięśniowych podczas zawodów, co w rezultacie opóźni objawy zmęczenia.

Strefa treningu Szybkokurczliwych Włókien A (En-2).

Jak wynika z nazwy, głównym celem treningu w tej strefie jest przede wszystkim poprawa tempa metabolizmu tlenowego we włóknach mięśniowych FTa. Wolnokurczliwe włókna mięśniowe również będą angażowane, dzięki czemu powinno poprawić się tempo metabolizmu beztlenowego, choć jak wspomniano wcześniej, zbyt częsty trening w tej strefie może zmniejszyć rozmiary adaptacji metabolizmu tlenowego w wolnokurczliwych włóknach mięśniowych.

Prędkość pływania podczas realizacji zadań treningowych powinna znaleźć się pomiędzy prędkością uzyskiwaną na progu beztlenowym a prędkością VO_{2max} . W konsekwencji tempo akumulacji metabolitów znacznie się zwiększy podczas treningu w tej strefie. Nie da się tego uniknąć, ponieważ do angażowania szybkokurczliwych włókien mięśniowych wymagana jest większa prędkość pływania. Jednak w tym samym czasie ich tempo metabolizmu tlenowego również się zwiększy, ponieważ adaptacje treningowe jednocześnie poprawią tlenowe wydolności metaboliczne.

Obwodowe tlenowe adaptacje treningowe, które otrzymują szybkokurczliwe włókna mięśniowe gdy są angażowane, są identyczne z tymi wyprodukowanymi w wolnokurczliwych włóknach mięśniowych. Mitochondria stają się większe i liczniejsze, zwiększa się poziom mioglobiny i wzrasta liczba naczyń włosowatych wokół nich (10). Te adaptacje zwiększają dopływ tlenu do mięśni, a tym samym zmniejszają ich uzależnienie od metabolizmu beztlenowego. Działają zatem bardziej jak włókna mięśniowe ST. W rezultacie wydolność tlenowa trenowanych włókien mięśniowych FTa często osiąga poziom nietrenowanych włókien ST (11).

W przeciwieństwie do wolnokurczliwych włókien mięśniowych, szybkokurczliwe włókna FTa polegają głównie na metabolizmie beztlenowym jako ich podstawowym dostawcy energii. W związku z tym, podczas treningu poprawiają swoją wydolność beztlenową jak i wydolność tlenową. Trening w strefie En-2 przyczynia się do znacznego wzrostu transportera mleczanu MCT-4 / H^+ w szybkokurczliwych włóknach mięśniowych. Zwiększa to znacznie tempo transportu metabolitów z tych włókien mięśniowych co spowalnia pojawianie się objawów zmęczenia. Innym ważnym efektem treningu w strefie En-2 będzie zwiększenie absorpcji metabolitów przez organy wewnętrzne i niepracujące włókna mięśniowe (3, 14). To dlatego, że zwiększa się tempo usuwania metabolitów z pracujących szybkokurczliwych

włókien mięśniowych FTa, co także powinno zwiększyć tempo ich transportu i absorpcji przez serce, wątrobę, nerki i niepracujące włókna mięśniowe. Trening w strefie En-2 zwiększa również zdolność buforową włókien mięśniowych, a to z kolei wydłuża czas w którym włókna ST mogą wspomagać utrzymanie odpowiedniego tempa pływania.

Głównymi efektami treningu w strefie En-2 jest między innymi poprawa pojemności dyfuzyjnej płuc i objętości przepływu krwi, ponieważ znaczna liczba wolnokurczliwych włókien mięśniowych jak i szybko kurczliwych włókien mięśniowych będzie wymagała zwiększenia tempa zużycia tlenu jak i większego tempa usuwania dwutlenku węgla i metabolitów (8, 16).

Zadania przeznaczone do pływania w strefie En-2 będą musiały być krótsze niż te przeznaczone dla strefy En-1, ponieważ szybkie tempo akumulacji metabolitów w szybko kurczliwych włóknach mięśniowych spowoduje, że zmęczą się one znacznie szybciej niż wolnokurczliwe włókna mięśniowe. Zwykle wyczerpują się one w czasie 10 do 20 minut intensywnego pływania. Dlatego w przypadku doświadczonych pływaków zadanie treningowe powinno wynosić od ok. 1000 do 2000 metrów. Dystans dla młodszych, starszych i mniej doświadczonych pływaków będzie musiał zostać odpowiednio zmniejszony aby utrzymać się w ramie czasowej od 10-20 minut czasu trwania wysiłku.

Czas odpoczynku między powtórzeniami powinien być krótszy niż czas pracy. W przypadku dystansów powyżej 100m, czas odpoczynku prawdopodobnie powinien być mniejszy niż połowa czasu pracy. Czas odpoczynku nie powinien być jednak tak krótki, żeby zawodnik nie mógł zrealizować zadań w strefie En-2.

Monitorowanie treningu w tej strefie jest dosyć łatwe. Postrzegany wysiłek powinien osiągać między 80% a 90% wysiłku maksymalnego. Tętno powinno osiągnąć wartości od 150 do 160 sk/min i osiągnąć swoje maksimum w drugiej połowie zadania treningowego. Celem treningu powinno być zakończenie zadania z najszybszym możliwym średnim czasem bez zauważalnego spadku prędkości pływania w czasie od początku do końca zadania treningowego. Najczęściej zawodnicy będą pływali w powtórzeniach stanowiących połowę dystansu startowego lub krótszych z prędkością startową, z wyjątkiem zadań dla powtórzeń na dystansie 600m i dłuższym.

Strefa treningu Szybkokurczliwych Włókien X (En-3).

Trening w strefie energetycznej En-3 jest zaprojektowany w celu angażowania i trenowania włókien mięśniowych FTx. Efekty treningowe będą identyczne do tych opisanych dla włókien FTa w poprzednich rozdziałach. Najważniejszym efektem treningowym będzie poprawa ich tlenowej wydolności metabolicznej, choć inne adaptacje treningowe, które generalnie uważane są za beztlenowe, również powinny ulec poprawie. W literaturze znajdujemy liczne wskazania na to, że wydolność tlenowa, zdolności buforowania i tempo usuwania mleczanu z włókien

mięśniowych FTx mogą zostać zwiększone pod wpływem treningu, póki nie będą one funkcjonować podobnie jak włókna FTa. Jednym z takich wskazań jest to, że włókna wcześniej typowane jako FTx zmniejszają swoją ilość, podczas gdy te typowane jako włókna mięśniowe FTa stają się liczniejsze pod wpływem treningu (1).

Oczywiście włókna FTx również będą zaangażowane podczas treningu w strefie En-2. Gdy włókna FTa ulegną zmęczeniu, należy się spodziewać, że włókna FTx będą zaangażowane aby je zastąpić, żeby zawodnicy byli w stanie utrzymać wymaganą prędkość pływania. W tym momencie logicznym pytaniem może być: "Po co pływać w strefie En-3, jeśli włókna mięśniowe FTx mogą być zaangażowane i trenowane w strefie En-2?". Można myśleć o co najmniej trzech powodach aby tak postępować. Po pierwsze, istnieje możliwość, że szybka akumulacja metabolitów która ma miejsce podczas treningu w strefie En-2 może powodować zmęczenie włókien mięśniowych FTa, zanim wystarczająca liczba włókien FTx zostanie zaangażowana i odpowiednio użyta w treningu. Może się tak zdarzyć, ponieważ nagromadzenie metabolitów powoduje obniżenie prędkości powtórzeń, zanim włókna FTx zostaną wystarczająco zaangażowane. Po drugie, istnieje również możliwość, że włókna FTx mogą być zdolne do szybszego odzyskania mocy i prędkości skurczu, która może zostać utracona gdy zwiększy się ich wydolność tlenowa (6), jeśli nie są ciągle poddawane długim zadaniom i dystansom rekomendowanym dla strefy En-2. Byłoby to w szczególności istotne dla zawodników pływających konkurencje 100 i 200m, którzy powinni starać się utrzymać prędkość i moc, jak również zwiększyć wydolność tlenową szybkokurczliwych włókien mięśniowych FTx.

Trzecim powodem dla którego bardziej korzystne może być zaangażowanie włókien FTx z krótkimi dystansami i powtórzeniami mogą być badania cytowane w mojej poprzedniej pracy (12), które sugerują, że prędkość pływania musi przewyższać prędkości VO_{2max} , aby zaangażować te włókna na początku zadania treningowego. Dlatego wydaje się, że zawodnik może być w stanie zapewnić sobie większy bodziec treningowy dla włókien FTx, poprzez zachowanie krótszych dystansów powtórzeń oraz całkowitego dystansu zadania treningowego, a w tym samym czasie utrzymania większych prędkości pływania na treningu tak, aby włókna FTx mogły być zaangażowane wcześniej i w większym stopniu, przed pojawieniem się objawów zmęczenia.

Z tych powodów zalecam powtórzenia na dystansach 25 i 50m do treningu w strefie En-3. Nie ma wątpliwości, że szybkie powtórzenia dystansów o długości 75m i 100m również powodują zaangażowanie włókien FTx. Prawdopodobnie byłoby dobrym pomysłem aby próbować realizować zadania treningowe na różnych dystansach i samodzielnie oceniać efekty wyników.

W swoim poprzednim referacie wykazałem, że powtórzenia tak krótkie jak 30 sekund z przerwami od 3 do 4 minut poprawiają VO_{2max} (2) i wytrzymałość (4,7,10). Niemniej jednak podejrzewam, że krótsze czasy odpoczynku w okolicach od 10 do

15 sekund dla 25-metrowych powtórzeń i 30 sekund dla 50-metrowych odcinków przyniosą jeszcze lepsze rezultaty jeśli chodzi o poprawę tempa metabolizmu tlenowego i beztlenowego w szybkokurczliwych włóknach FTx.

Z zasady realizowane dystanse w powtórzeniach, powinny być na tyle krótkie, aby mogły być wykonane z prędkością przy której włókna FTx zostałyby zaangażowane, to znaczy powyżej prędkości VO_{2max} , a czasy przerw odpoczynkowych powinny być wystarczające aby pozwolić na odpowiednią liczbę powtórzeń przy tych prędkościach pływania. Prędkość powtórzeń w strefie En-3 powinna być realizowana przy prędkościach bliskich prędkości startowych dla zawodników pływających 50 i 100 metrów i szybsza niż tempo startowe dla zawodników specjalizujących się w dłuższych konkurencjach.

Dokładne monitorowanie prawdopodobnie nie jest wymagane podczas treningu w tej strefie. Skoro prędkości treningu muszą być bardzo wysokie aby zaangażować włókna mięśniowe FTx, oczywiste jest, że sportowcy powinni pływać z maksymalnym wysiłkiem a ich poziom tętna powinien dochodzić do maksimum podczas trwania zadania.

Podczas gdy głównym celem treningu w strefie En-3 powinno być zwiększenie tlenowych zdolności metabolicznych włókien mięśniowych FTx, jest również rozsądnym zakładanie, że tempo usuwania metabolitów z włókien FTx byłoby polepszone poprzez zwiększenie w nich transporterów MCT i liczby otwartych naczyń włosowatych. Trudno jest stwierdzić czy można uzyskać lepsze jakościowo adaptacje za pomocą treningu w tej strefie. To dlatego, że większość badań nad objętością przepływu krwi, wydolnością układu krwionośnego i tempem dyfuzji płuc zostało przeprowadzonych przy prędkościach treningowych zbliżających się ale nie przekraczających prędkości VO_{2max} .

Przed opuszczeniem tej sekcji warto wspomnieć o innej potencjalnie istotnej adaptacji treningowej która może zostać osiągnięta poprzez trening w obu strefach En-2 i En-3. Dotyczy to poprawy umiejętności pływania która może mieć bezpośrednie przeniesienie na wyniki w wyścigach pływackich. Wszyscy trenowaliśmy zawodników którzy pływali bezbłędnie podczas rozgrzewki tylko po to, żeby zobaczyć, jak ich technika pływania rozpada się podczas wyścigu. Być może działa się tak dlatego, że pracowali nad poprawną techniki tylko podczas pływania przy niskich prędkościach, gdzie głównie jednostki motoryczne wolnokurczliwych włókien były zaangażowane.

Ostatnio sporo uwagi poświęca się znaczeniu zwiększania gęstości osłonki mielinowej wokół włókien nerwowych i ich, być może, korzystnym efekcie wpływającym na poprawę umiejętności technicznych (5). Czy możliwe jest, że niektórzy zawodnicy nie zwiększają mielinę wokół nerwów układu ruchowego obsługujących szybkokurczliwe włókna mięśniowe kiedy pływają zadania doskonalące technikę tylko przy wolnych prędkościach? Chociaż większość mięśni

zawiera wszystkie trzy typy włókien mięśniowych, jednostki motoryczne* w obrębie tych mięśni wykonane są tylko z jednego rodzaju włókna.

Możliwe, że zwiększamy objętość mieliny wokół nerwów ruchowych obsługujących wolnokurczliwe włókna mięśniowe tylko podczas ćwiczeń technicznych wykonywanych przy niskich prędkościach. W tym przypadku jednostki motoryczne szybko kurczliwych włókien w obrębie tych samych mięśni otrzymałyby niewielki lub żaden wpływ treningowy. Może to sprawiać, że jednostki motoryczne szybko kurczliwych włókien zachowują się jak „słabe łączniki” w poprawianiu umiejętności technicznych pływania i „rozpadają się” podczas zawodów. Oznacza to, że mogą one nie działać w odpowiedniej kolejności, z odpowiednią siłą i prędkością skurczu. Z tego powodu możliwe jest, że pływanie ćwiczeń technicznych w strefach En-2 i En-3 może również zwiększyć gęstość mieliny wokół nerwów odpowiadających szybko kurczliwym jednostkom motorycznym, pozwalając zawodnikom na kontrolowanie techniki pływania w większym stopniu podczas zawodów. Pod warunkiem oczywiście, że podczas pływania w tych strefach zawodnicy skupią się na poprawianiu błędów w technice natychmiast gdy te błędy wystąpią.

Można rozumować, że ten sam efekt treningowy uda się osiągnąć poprzez trening sprinterski. Jednak polepszonym tlenowym i beztlenowym efektem treningowym w szybko kurczliwych jednostkach motorycznych, które wynikają z pływania w strefach En-2 i En-3, może towarzyszyć poprawa zdolności do utrzymania odpowiedniej techniki pływania przy zmęczeniu pod koniec wyścigu, podczas gdy pływanie tylko samych sprintów nie dałoby tego samego efektu.

Trening Sprintu (SP).

Celem treningu w kategorii SP jest zwiększenie maksymalnej prędkości sprintu. Chociaż pewnie nastąpi nakładanie się centralnych i obwodowych adaptacji fizjologicznych, które zachodzą podczas treningu w strefach En-2 i En-3, najbardziej pożądane adaptacje treningowe wynikające z treningu sprintu obejmują wzrost mocy włókna i prędkości skurczu we wszystkich trzech typach włókien mięśniowych tak, aby mięśnie mogły produkować więcej mocy podczas pływania. Ponadto, poziom przechowywanego we wszystkich typach włókien mięśniowych ATP i CP powinien wzrosnąć, jak również powinna ulec zwiększeniu aktywność enzymów, które pozwalają na szybkie uwalnianie energii do skurczu mięśni z obu tych źródeł energetycznych. Aktywność enzymów glikolitycznych, które są zaangażowane w metabolizmie beztlenowym również powinna zostać zwiększona, szczególnie przy realizowaniu dłuższych odcinków sprinterskich (25 i 50m).

**Mięśnie zbudowane są z włókien mięśniowych, które są pogrupowane w jednostki motoryczne. Jednostka motoryczna zawiera sensory nerwowe, ich gałęzie i włókna mięśniowe które obsługuje. Kiedy impuls elektryczny jest wystarczający aby je „pobudzić”, sensor nerwowy wysyła impuls nerwowy do wszystkich włókien mięśniowych w obrębie konkretnej jednostki motorycznej powodując, że włókna mięśniowe maksymalnie się kurczą.*

Typowe zadania treningowe, które są stosowane dla zwiększenia prędkości pływania powinny być realizowane podczas treningu w strefie SP. Obejmują one sprinty od 10m do 50m. Należy pamiętać o odpowiednio długim czasie przerw odpoczynkowych pomiędzy powtórzeniami aby zapewnić wystarczający czas na regenerację tak, że akumulacja metabolitów nie zmniejszy prędkości kolejnych powtórzeń. Rekomendowane przerwy odpoczynkowe wynoszą od 15 do 30 sekund dla odcinków 10m, 30 sekund do 2 minut dla odcinków 25m i 2 do 5 minut dla odcinków 50m. Należy pamiętać, że treningiem w strefie SP staramy się poprawić prędkość "wypoczynkową", a nie prędkość przy zmęczeniu. Zwiększanie prędkości pływania przy zmęczeniu może i powinno być osiąganym poprzez trening w strefach treningowych En-2 i En-3.

Optymalna liczba powtórzeń nie jest znana ale powinna być mała, tj. od 10 do 15 dla odcinków 10-metrowych sprintów, 6 do 10 powtórzeń przy odcinkach 25-metrowych sprintów oraz 3 do 6 powtórzeń w odcinkach 50-metrowych sprintów. Najlepszą zasadą treningu w tej strefie jest to aby zakończyć zadanie w momencie gdy zawodnicy nie są w stanie pływać powtórzeń przy prędkościach które są szybsze niż te w strefie En-3. Zarówno sprinty pokonywane z oporem (np. rozciągając gumę) jak i sprinty asystowane (np. na ściąganej gumie) powinny być uwzględnione w ramach tego treningu.

Mieszana strefa treningu.

Pływanie w dwóch lub większej ilości energetycznych stref treningowych w jednym zadaniu treningowym, może również być efektywnym i motywującym sposobem treningu pływackiego. Może ono przybierać przynajmniej dwie formy: zadania w którym każde następne powtórzenie jest szybsze i zadania przeplatającego ciągłe pływanie z szybkim pływaniami interwałowym.

Zadania pierwszego typu (każde następne powtórzenie jest szybsze) powinno się rozpoczynać w strefie En-1 i zakończyć się w strefie En-2 i En-3. Na przykład, zadanie 8 x 200m może być przeprowadzone w następujący sposób: pływanie 4 x 200m w strefie En-1 z krótkim czasem przerw odpoczynkowych, 3 x 200m w strefie En-2 z nieco dłuższym czasem przerw odpoczynkowych a po kolejnym krótkim czasie odpoczynku 1 x 200m w strefie En-3. Innym przykładem zadania treningowego (każde następne powtórzenie jest coraz szybsze) jest tradycyjne zadanie typu „drabinka“, gdzie pływacy zmniejszają odcinki powtórzeń i zwiększają prędkość pływania podczas całego zadania. Na przykład, 3 x 300m z krótką przerwą odpoczynkową w strefie En-1 a następnie 5 x 100m również z krótką przerwą odpoczynkową w strefie En-2. Zawodnicy mogą zakończyć zadaniem 4 x 50 w 1 minutę w strefie En-3.

Zadania, w których ciągłe pływanie jest przeplatane szybkim pływaniami interwałowym są przeprowadzane w nieco inny sposób. Na przykład, zawodnicy mogą pływać 3 x 300m z krótką przerwą odpoczynkową w strefie En-1 a następnie 6 x 25m w 1 minutę w strefie En-3. Zadania te można powtarzać 3 do 4 razy bez

dotkającej przerwy między seriami. Innym przykładem będzie pływanie 800m w strefie En-1, a następnie 8 x 100m z krótką przerwą odpoczynkową w strefie En-2, najlepiej z prędkością startową lub szybciej, aby zakończyć zadaniem 12 x 25m w jedną minutę w strefie En-3. Tak długo jak jesteś świadomy jakie typy włókien mięśniowych są celem treningu, jak również jak i dlaczego są one celem, możliwości planowania zadań treningowych w strefie mieszanej są ograniczone tylko poprzez kreatywność i wiedzę projektującego je trenera.

Ogólne wskazówki dla planowania struktury tygodnia treningowego.

Nie trenując zawodników przez kilka lat, nie czuję się predestynowany do zalecania szczegółowych wskazówek poza ogólnymi wytycznymi dotyczącymi tego, jak trening powinien być przeprowadzany w 4 strefach w przeciągu tygodnia albo sezonu. Z reguły sugerowałbym planowanie dwóch głównych zadań w każdej z trzech stref treningowych wytrzymałościowych w każdym tygodniu. W przypadku strefy En-1 te dwa zadania powinny być podstawowego typu. Dwa zadania w strefie En-2 i w strefie En-3 również powinny być zaplanowane w ciągu tygodnia zazwyczaj w dniach, w których nie są planowane podstawowe zadania w strefie En-1. Pozostała część tygodniowego kilometrażu powinna składać się z zadań wspomagających En-1 i treningu sprintu z okazjonalnymi krótkimi wstawkami w strefie En-2 i strefie En-3 dla urozmaicenia treningu i motywacji zawodników. Pływanie w strefach En-2 i En-3 może zostać zaplanowane jako krótkie, różnorodne zadania, które nie są wyczerpujące.

Doświadczeni trenerzy powinni starać się postępować kompetentnie w dokonywaniu korekt w swoim tygodniowym i sezonowym planowaniu dla różnych konkurencji i dla różnych fizjologicznych i psychologicznych charakterystyk indywidualnych zawodników.

Bibliografia

1. Andersen, L.L., J.L. Andersen, S.P. Magnussen, C. Suetta, J.L. Madsen, L.R. Christensen, and P. Asgaard. (2005). Changes in human muscle force-velocity relationship in response to resistance training and subsequent detraining. *Journal of Applied Physiology*, 99: 87-94.
2. Barnett, C., M. Carey, J. Proietto, E. Cerin, M.A. Febbraio, and D. Jenkins. (2004). Muscle metabolism during sprint exercise in man: influence of sprint training. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 7: 314-322.
3. Bonen, A., K.J. McCullagh, C.T. Putman, E. Hultman, N.L. Jones and G.J. Heigenhauser. (1998). Short-term training increases muscle MCT1 and femoral venous lactate in relation to muscle lactate. *American Journal of Physiology*. 274: E102-E107.

4. Burgonmeister, K.A., S.C. Hughes, G.J. Heigenhauser, S.N. Bradwell, and M.J. Gibala. (2005). Six sessions of sprint interval training increases muscle oxidative potential and cycle endurance capacity in humans. *Journal of Applied Physiology*. 98: 1985-1990.
5. Coyle, D. 2009. *The Talent Code*. New York, N.Y.: Bantam Books.
6. Fitts, R.H., D.L. Costill, and P.R. Gardetto. (1989). Effect of swim exercise training on human muscle fiber training. *Journal of Applied Physiology*. 66(1): 465-475.
7. Gibala, M.J., J.P. Little, M. van Essen, G.P. Wilkin, K.A. Burgonmaster, A. Safdar, S. Raha, and M.A. Tarnopolsky. (2006). Short-term sprint interval versus traditional endurance training: similar initial adaptations in human skeletal muscle and exercise performance. *Journal of Applied Physiology*, 575(3): 901-911.
8. Gledhill, N. D. Cox, and R. Jamnik. (1994). Endurance athletes' stroke volume does not plateau: major advantage is diastolic function. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 26: 1116-1121.
9. Holloszy, J. (1967). Effects of exercise on mitochondrial oxygen uptake and respiratory enzyme activity in skeletal muscle. *The Journal of Biological Chemistry*. 242(9): 2278-2282.
10. Jensen, L., J. Bangsbo, and Y. Hellsten. (2004). Effect of high intensity training on capillarization and presence of angiogenic factors in human skeletal muscle. *Journal of Physiology*, 557: 571-582.
11. McArdle, W.D., F.I. Katch, and V.L. Katch. (1996). *Exercise Physiology: Energy, Nutrition, and Human Performance*. Baltimore, MD: Williams and Wilkins.
12. Maglischo, E.W. (2011 & 2012). Training fast twitch muscle fibers: Why and How, Parts I and II. *Journal of Swimming Research*. 18(1), pp. 1-16 and 19(1), pp. 1-18.
13. Ogita, F. (2011). Training energy systems. In, *World Book of Swimming*, New York, N.Y.: Nova Science Publishers, Inc. pp. 241-254.
14. Pilegaard, H., C. Jeul, and F. Wibrand. (1993). Lactate transport studies in sarcolemmal giant vesicles from rats: Effects of training. *American Journal of Physiology, Endocrinology and Metabolism*, 264: E156-E160.
15. Wilmore, J.H. and D.L. Costill. (2004). *Physiology of Sport and Exercise*. Champaign, IL: Human Kinetics.
16. Zhou, B., R.K. Conlee, R. Jensen, G.W. Fellingham, J.D. George, and A.G. Fisher. (2001). Stroke volume does not plateau during graded exercise in elite male distance runners. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 33: 1849-1854.