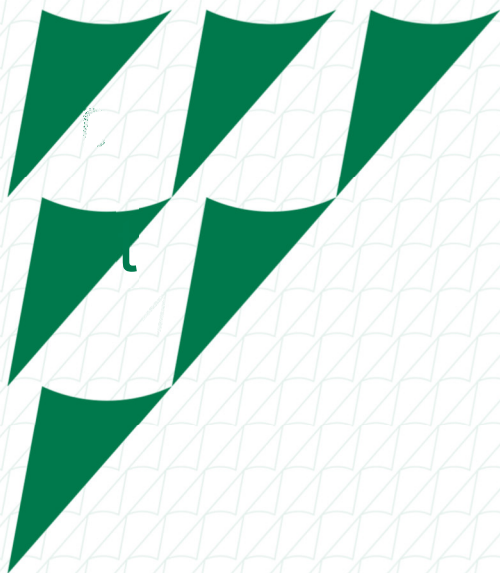




AKADEMIA
WYCHOWANIA
FIZYCZNEGO
IM. POLSKICH
OLIMPIJCZYKÓW
WE WROCŁAWIU

Zastosowanie powiększonej objętości oddechowej przestrzeni martwej dla wspomagania efektu rozgrzewki u sportowców

Rafał Hebisz, Natalia Danek, Paulina Hebisz

#wiedza #sport #sukces

www.awf.wroc.pl



***Projekt dofinansowany ze środków budżetu państwa, przyznanych przez Ministra Nauki
w ramach Programu „Nauka dla Społeczeństwa II”***

Wprowadzenie teoretyczne

W wytrzymałościowych dyscyplinach sportu rozgrzewka jest wykonywana m.in. w celu zwiększenia przepływu krwi przez naczynia krwionośne w mięśniach i w płucach. Większy przepływ krwi w naczyniach kapilarnych umożliwia zwiększenie poboru tlenu w początkowej fazie intensywnego wysiłku, czemu może towarzyszyć mniejsze zaburzenie równowagi kwasowo-zasadowej. Jednak w zawodach sportowych często praktykowana jest przerwa pomiędzy rozgrzewką, a rozpoczęciem rywalizacji. Przerwa najczęściej nie jest konsekwencją świadomego wyboru zawodników i trenerów. Jest ona efektem czynności organizacyjnych, takich jak ustawianie zawodników w polach startowych, zapewnienie dostępu do zawodników dla mediów, oczekiwanie na rozpoczęcie rywalizacji sportowej na linii startu itp.

Jeśli po wysiłku następuje przerwa, to zmniejsza się pojemność minutowa serca oraz naczyniowy przepływ krwi. W następstwie zmniejszenia przepływu krwi przez naczynia kapilarne można spodziewać się mniejszego poboru tlenu i silniejszego zaburzenia równowagi kwasowo-zasadowej podczas intensywnego wysiłku. Wyżej opisane reakcje, na przerwę od aktywności fizycznej, mogą zaistnieć przed i podczas treningów oraz przed i podczas rywalizacji sportowej. Konsekwencją tych reakcji może być zmniejszenie zdolności do wykonywania pracy fizycznej, w tym również uzyskanie słabszych wyników sportowych. Dlatego istotne znaczenie dla wyników uzyskiwanych przez sportowców mogą spełnić badania nad wspomaganiem efektów rozgrzewki, zwłaszcza w fazie przerwy pomiędzy wysiłkiem rozgrzewkowym i wysiłkiem startowym.

Jednym z czynników zwiększających przepływ krwi przez naczynia kapilarne jest dwutlenek węgla. Prężność dwutlenku węgla można zwiększyć poprzez oddychanie przez maskę i rurę, które powiększają objętość oddechowej przestrzeni martwej (POOPM). W niniejszym opracowaniu przedstawiono instrukcję i spodziewane efekty oddychania przez POOPM w czasie pomiędzy zakończeniem rozgrzewki i rozpoczęciem intensywnego wysiłku.

*Projekt dofinansowany ze środków budżetu państwa, przyznanych przez Ministra Nauki
w ramach Programu „Nauka dla Społeczeństwa II”*

Konstruowanie urządzenia

Powiększona objętość oddechowej przestrzeni martwej (POOPM) składa się z maski i rury. Łączna objętość urządzenia skonstruowanego na potrzeby badań naukowych wynosiła 1000 ml. W celu konstruowania POOPM rekomenduje się upewnienie u producenta, że maski są wykonane z materiałów klasy medycznej, zgodnych z wymaganiami serii norm:

- ISO10993 (odnoszących się do oceny biologicznej materiałów mających kontakt ze skórą, drogami oddechowymi oraz wilgotnym powietrzem oddechowym),
- ISO 18562 (dotyczących emisji lotnych związków, cząstek oraz substancji ekstrahowalnych do powietrza w torze oddechowym).

Ponadto rekomenduje się użycie rur o średnicy wewnętrznej minimum 28mm, odpowiadającej standardowym wymiarom połączeń stosowanych w torach oddechowych. Stosując POOPM należy pamiętać, że podczas użycia tego urządzenia zmieniają się warunki oddychania poprzez zwiększenie retencji CO₂. Dlatego urządzenie powinno być stosowane wyłącznie u osób zdrowych i pod nadzorem trenera. Nie jest przeznaczone do zastosowań medycznych, diagnostycznych ani terapeutycznych.

***Projekt dofinansowany ze środków budżetu państwa, przyznanych przez Ministra Nauki
w ramach Programu „Nauka dla Społeczeństwa II”***



Rysunek 1. Przykład konstrukcji urządzenia powiększającego objętość oddechowej przestrzeni martwej.

*Projekt dofinansowany ze środków budżetu państwa, przyznanych przez Ministra Nauki
w ramach Programu „Nauka dla Społeczeństwa II”*

Zastosowanie urządzenia

1. Maskę połączoną z rurą (POOPM) można założyć na twarz sportowca (zakrywając usta i nos) bezpośrednio po zakończeniu rozgrzewki, w czasie beczynności lub niskiej aktywności fizycznej (np. podczas oczekiwania na ustawienie w polach startowych lub podczas oczekiwania na linii startu).
2. Zalecamy, aby podczas używania POOPM zachować swobodny, naturalny oddech, tzn. nie należy wstrzymywać oddechu, nie należy celowo pogłębiać oddechu, nie należy stosować nasilonej wentylacji płuc.
3. Maskę połączoną z rurą należy zdjąć z twarzy sportowca na około 60 sekund przed rozpoczęciem intensywnego wysiłku fizycznego.
4. Zalecamy, aby przed zastosowaniem POOPM sprawdzić, czy wyżej opisana procedura jest zgodna z przepisami sportowymi danej dyscypliny oraz regulaminem rozgrywania zawodów.
5. Przed rozpoczęciem stosowania POOPM należy zapoznać się z ograniczeniami jego zastosowania oraz zasadami bezpieczeństwa opisanymi w niniejszej instrukcji.
6. POOPM powinna być poddana dezynfekcji przed i po każdym użyciu, zgodnie z zaleceniami producenta zastosowanych komponentów.

*Projekt dofinansowany ze środków budżetu państwa, przyznanych przez Ministra Nauki
w ramach Programu „Nauka dla Społeczeństwa II”*



Rysunek 2. Zastosowanie POOPM podczas zawodów sportowych.

***Projekt dofinansowany ze środków budżetu państwa, przyznanych przez Ministra Nauki
w ramach Programu „Nauka dla Społeczeństwa II”***

Udokumentowane efekty zastosowania urządzenia:

Efekty zastosowania urządzenia były oceniane w teście o wysokiej intensywności. Intensywność wysiłku testowego była ustalana indywidualnie i wynosiła 110% mocy maksymalnej uzyskanej w stopniowanym teście progresywnym. Wyniki przeprowadzonych badań wskazują na występowanie efektów biologicznych zastosowania POOPM pomiędzy zakończeniem rozgrzewki a rozpoczęciem intensywnego wysiłku, przy przerwie trwającej 8 minut. W pracach powstałych po zakończeniu badań laboratoryjnych wymieniono m.in. następujące efekty:

- Zwiększenie poboru tlenu podczas wysiłku o wysokiej intensywności,
- Obniżenie wartości współczynnika wymiany oddechowej podczas wysiłku o wysokiej intensywności,
- Mniejsze subiektywne odczucie ciężkości wysiłku po zakończeniu intensywnej pracy fizycznej,
- Zwiększenie powysiłkowej saturacji krwi tlenem po zakończeniu intensywnej pracy fizycznej,
- Zastosowanie POOPM nie spowodowało silniejszego zaburzenia równowagi kwasowo-zasadowej po intensywnym wysiłku w porównaniu z wysiłkiem kontrolnym.

Należy podkreślić, że powyższe efekty zostały zaobserwowane w ściśle kontrolowanych warunkach badań naukowych i ich wystąpienie może zależeć od indywidualnych cech zawodnika, sposobu zastosowania POOPM oraz charakteru wysiłku.

*Projekt dofinansowany ze środków budżetu państwa, przyznanych przez Ministra Nauki
w ramach Programu „Nauka dla Społeczeństwa II”*

Ryzyka i ograniczenia w użyciu urządzenia

W trakcie prowadzenia badań nad zastosowaniem POOPM o objętości 1000 ml nie zaobserwowano zdarzeń wskazujących na bezpośrednie zagrożenie zdrowia osób badanych. Niemniej jednak wyniki badań dostarczyły danych wskazujących na potencjalne ograniczenia zastosowania tej metody we wspomaganiu efektu rozgrzewkowego:

- zastosowanie POOPM może sprzyjać pogłębieniu obniżenia skórnego przepływu krwi w początkowej fazie intensywnego wysiłku. Regulacja skórnego przepływu krwi jest podstawowym mechanizmem termoregulacji. Dlatego zaleca się zachowanie ostrożności przy stosowaniu POOPM w warunkach stresu cieplnego (wysiłku w wysokiej temperaturze otoczenia).
- zastosowanie POOPM może hamować poprawę czasu reakcji, jaką obserwuje się w następstwie wykonania krótkiego i intensywnego wysiłku. Z tego powodu zaleca się ostrożność przy zastosowaniu POOPM przed wysiłkami, w których szczególną rolę odgrywają funkcje poznawcze.
- testowana objętość POOPM to 1000 ml. Na obecnym etapie nie zaleca się stosowania większej (nietestowanej) objętości POOPM z uwagi na ryzyko wystąpienia znaczącej kwasicy oddechowej, która może negatywnie wpłynąć na samopoczucie i zdolności wysiłkowe, w tym wyniki sportowe.
- oddychanie przez POOPM o objętości 1000 ml było testowane wśród mężczyzn, u których minimum szczytowej objętości oddechowej z testu progresywnego wynosiło 2,4 litry. Należy mieć na uwadze, że niskie wartości objętości oddechowej mogą ograniczać skuteczność usuwania dwutlenku węgla podczas oddychania przez POOPM. Z tego względu nie zaleca się stosowania POOPM przez osoby o szczytowej objętości oddechowej mniejszej niż 2,4 litry (takie wartości obserwuje się często m.in. wśród kobiet). W takich przypadkach istnieje ryzyko niedostatecznego usuwania dwutlenku węgla, co może skutkować zbyt dużym zaburzeniem równowagi kwasowo-zasadowej i w konsekwencji niekorzystnym wpływem na wynik sportowy.

*Projekt dofinansowany ze środków budżetu państwa, przyznanych przez Ministra Nauki
w ramach Programu „Nauka dla Społeczeństwa II”*

Publikacje i wystąpienie naukowe

1. Hebisz Paulina, Hebisz Rafał, Danek Natalia. Prolonging the warm-up effect by using additional respiratory dead space volume after the cessation of warm-up exercise. Journal of Clinical Medicine. 2025; 14(19):7049. <https://doi.org/10.3390/jcm14197049>
2. Hebisz Rafał, Danek Natalia, Hebisz Paulina. Effect of post-warm-up breathing using additional respiratory dead space volume on exercise acid-base balance. Applied Sciences. 2026; 16(3):1522. <https://doi.org/10.3390/app16031522>
3. Natalia Danek, Rafał Hebisz, Paulina Hebisz. Physiological responses and respiratory muscle fatigue to supramaximal cycling exercise with post-warm-up breathing through additional respiratory dead space volume mask. European College of Sport Science Rimini 2025.