

Mrozkowiak M., Posluszny M.. The effect of BEMER therapy on selected blood indicators in the process of biological restitution after exercise endurance. A case study. Journal of Education, Health and Sport. 2017;7(7):703-722 eISSN 2391-8306. DOI <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.841092>  
<http://ojs.ukw.edu.pl/index.php/johs/article/view/4679>

The journal has had 7 points in Ministry of Science and Higher Education parametric evaluation. Part B item 1223 (26.01.2017).  
1223 Journal of Education, Health and Sport eISSN 2391-8306 7

© The Author (s) 2017;

This article is published with open access at Licensee Open Journal Systems of Kazimierz Wielki University in Bydgoszcz, Poland

Open Access. This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Noncommercial License which permits any noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author(s) and source are credited. This is an open access article licensed under the terms of the Creative Commons Attribution Non Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted, non commercial use, distribution and reproduction in any medium, provided the work is properly cited.

This is an open access article licensed under the terms of the Creative Commons Attribution Non Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted, non commercial use, distribution and reproduction in any medium, provided the work is properly cited.

The authors declare that there is no conflict of interests regarding the publication of this paper.

Received: 25.06.2017. Revised 2.07.2017. Accepted: 10.07.2017.

## **Próba określenia wpływu terapii BEMER na wybrane wskaźniki krwi w ramach procesu odnowy biologicznej po wysiłku wytrzymałościowym. Studium przypadku.**

### **The effect of BEMER therapy on selected blood indicators in the process of biological restitution after exercise endurance. A case study.**

**Mirosław Mrozkowiak, Mariusz Posłuszny**

Mirosław Mrozkowiak, Bioergosport, Płock, Poland

Mariusz Posłuszny, Kręg-Clinic, Strzeszyńska 192, Poznań, Poland

Słowa kluczowe: wskaźniki krwi, wysiłek wytrzymałościowy, odnowa biologiczna, restytucja fizjologiczna

Keywords: blood indicators, endurance exercise, biological restitution, physiological restitution

Autor do korespondencji

dr Mirosław Mrozkowiak

Turowo 2, 78-400 Szczecinek

e-mail: [magmar54@interia.pl](mailto:magmar54@interia.pl)

Źródła wsparcia finansowego: środki własne

Financial sources: one's own funds

## Streszczenie

Wstęp. Naczynia mikrokrążenia stanowią około 99% całkowitej liczby  $10^{11}$  naczyń krwionośnych dorosłego człowieka. Gęstość sieci naczyń włosowatych w poszczególnych tkankach jest tym większa, im wyższe jest zapotrzebowanie na tlen. Terapia systemem BEMER przy zastosowaniu kompleksowym lub uzupełniającym doskonali podstawowe procesy fizjologiczne, angiokinezę mikrokrążenia, doprowadzenie składników odżywczych i tlenu do komórek mięśniowych. Dzięki określonej modulacji biorytmicznej uzyskuje się synergiczny wpływ również na pierwotne i wtórne, nieco większe naczynia krwionośne.

Materiał i metody. Badany mężczyzna realizujący zdrowy styl życia poddał się dwukrotnie oznaczeniu wybranych wskaźników krwi i układu naczyniowego: po wysiłku wytrzymałościowym w czasie restytucji fizjologicznej i odnowie wspomaganą terapią BEMER.

Wyniki. Najbardziej znaczące zmiany po wysiłku wytrzymałościowym zaobserwowano w wybranych wskaźnikach krwi: hemoglobine, średnie objętości krwinki czerwonej, rozpiętości rozkładu objętości erytrocytów, objętości i wielkości płytek krwi. Najmniej znaczące w: wskaźniku średniej masy hemoglobiny w krwince czerwonej i stężeniu jonów wodoru.

Wnioski. (1) Zastosowana metodyka i profil sygnału BEMER poprzez zwiększenie światła naczyń mikrokrążenia wpływa zróżnicowanie na wielkość wybranych wskaźników krwi.

(2) Zastosowanie stymulacji BEMER w odnowie biologicznej po wysiłkach wytrzymałościowych u mężczyzn w 5-6 dekadzie życia może być uzasadnione, (3) Uzyskane jednostkowe wyniki z przeprowadzonych pomiarów, nie mogą być podstawą do uogólnionych wniosków nad wpływem sygnału BEMER na restytucję po wysiłku wytrzymałościowym. Mogą być jedynie próbą wskazania kierunku dalszych dociekań nad modyfikacją metodyki stosowania wielowymiarowego strukturalnie sygnału BEMER i intensyfikacją odnowy biologicznej po różnych wysiłkach .

## Summary

Introduction. Microcirculation vessels comprise 99% of blood vessels in an adult human body<sup>11</sup>. Capillary network density in particular tissues grows proportionally to their oxygen demand. BEMER therapy, used as complex or supplementary treatment, improves basic physiological processes, angiokinesis, microcirculation, as well as oxygenation and nutrition of muscle cells. Due to particular biorythmic modulation, it exerts synergic influence on primary and secondary, slightly bigger, blood vessels.

Materials and methods. The study was conducted on a male individual who leads a healthy life style and who twice subjected himself to the markings of cognitive functions and selected blood indicators; first, during natural physiological restitution after endurance exercise, and second, after restitution enhanced with BEMER therapy.

Results. Most significant changes after exercise endurance were observed in the following blood indicators: leukocytes, erythrocytes, insulin and cortisol. Least significant changes were noted in the number of lymphocytes and in cognitive functions.

Conclusions. Applied methodology and profile of BEMER signal variously affects selected blood indicators. Application of BEMER stimulation in the process of restitution after endurance exercise in men in their fifties / sixties may be justified.

## 1. Wstęp

Zasadniczymi naczyniami tworzącymi mikrokrążenie są naczynia włosowate. Pojedyncze naczynie włosowate ma średnicę około 6 p.m, sumaryczna powierzchnia przekroju naczyń włosowatych wynosi około 3000 cm<sup>2</sup>, zaś średnia prędkość przepływu krwi przez te naczynia - 0,03 cm/s. Na każdy milimetr sześcienny ciała ludzkiego przypada średnio 600 naczyń włosowatych. Jednakże ich gęstość jest zróżnicowana w poszczególnych narządach i tkankach. Jest tym większa, im większa jest przemiana materii i zapotrzebowanie na tlen. Dlatego też jest stosunkowo duża w sercu, mózgu, wątrobie i nerkach, a stosunkowo mała w mięśniach umiarkowanie obciążonych wysiłkiem fizycznym [1]. Głównym rdzeniem technologii BEMER jest wielowymiarowa struktura sygnału, która skutecznie stymuluje ograniczone lub zaburzone mikrokrążenia. Badania Bernat'a [2] nad ukierunkowaną stymulacją niedostatecznego ukrwienia narządów i wpływu na niewystarczającą regulację ukrwienia w obszarze mikrokrążenia wykazały, że tylko ukierunkowany, zdefiniowany biorytmicznie sygnał może w istotnym stopniu wpłynąć na arteriolarną wazomotorykę, a tym samym na mikrokrążeniową regulację ukrwienia i pod tym względem nadaje się do stosowania profilaktycznego i komplementarno-terapeutycznego. Według producenta terapia systemem BEMER przy zastosowaniu kompleksowym lub uzupełniającym doskonali podstawowe procesy fizjologiczne, angiokinezę mikrokrążenia, doprowadzenie składników odżywczych i tlenu do komórek mięśniowych. Dzięki określonej modulacji biorytmicznej uzyskuje się synergiczny wpływ również na pierwotne i wtórne krążenie oraz nieco większe naczynia krwionośne. Wpływa też na system immunologiczny, syntezę białek i powstawanie endogennych przeciwutleniaczy, zapewniając tym samym poprawę naturalnych mechanizmów samoregulacji. W cyklu nocnym intensyfikuje redystrybucję krwi a tym

samym usprawnienia procesy immunologiczne, stymulację procesów regeneracyjnych i restytucyjnych, wydzielanie substancji wydalniczych z moczem. Wpływa tym samym pozytywnie na: ryzyko urazów i infekcji, próg anaerobowy, regenerację i proces zdrowienia, wydajność, intensywność treningu poprzez skracanie przerw między ćwiczeniami, optymalizuje przygotowanie do zawodów. Terapia BEMER jest także z powodzeniem stosowana w procesie leczenia stwardnienia rozsianego. Nie zaobserwowano przypadków nadmiernych dawek lub efektu przyzwyczajania [3].

Celem badań jest ocena wpływ fizykalnej naczyniowej terapii BEMER na wybrane wskaźniki krwi w ramach procesu odnowy biologicznej po wysiłku wytrzymałościowym

## 2. Materiał i metody

Badania przeprowadzono na mężczyźnie w wieku 61 lat o masie ciała - 83,3 kg i wysokości - 172 cm, wskaźniku BMI - 28,2, tłuszczu całkowitym - 24,4 i wewnętrznym - 14, odsetku mięśni - 34,1. Pomiarów dokonano na wadzie Obron BF511. Badany posiadał wskaźniki krwi w granicach referencyjnych i diagnozę lekarską, umożliwiającą wykonywanie wysiłków fizycznych w III zakresie intensywności. Badany realizuje zasady dekalogu zdrowego stylu życia, szczególnie w zakresie aktywności fizycznej [4].

Badania przeprowadzono zgodnie z zasadami zawartymi w Deklaracji Helsińskiej, a dla ich przeprowadzenia uzyskano: zgodę komisji bioetycznej na badania inwazyjne i funkcjonalne, pozytywną decyzję lekarza o dopuszczeniu do testów funkcjonalnych układu krążeniowo-oddechowego z maksymalnym wysiłkiem. Pomiary przeprowadzano w Zakładzie Rehabilitacji Szpitala PODIMED w Szczecinku, tym samym zabezpieczając: defibrylator i zestaw do ratowania życia osób z zawałem, obecność lekarza kardiologa, odpowiednie warunki sanitarno-higieniczne dla poboru materiału badawczego. Ze względów na właściwości krwi, jej pobór odbywał się w bezpośrednim sąsiedztwie laboratorium analitycznym szpitala PODIMED, tak aby bezpośrednio po jej pozyskaniu trafiła do analizy. Przed podjęciem badań dokonano wstępnej oceny przydatności zakresu analizowanych cech, kalibracji narzędzi oraz opracowanej procedury badawczej. Pomiary w zakresie biochemii wykonano na aparacie produkcji Roche, model Modular P800, immunochemię na aparacie produkcji Roche, model Modular E170, gazometrię na aparacie Roche, model Cobas b 221, morfologię na aparacie produkcji Abbot, model Cell-Dyn Ruby.

Terapia przyspieszająca restytucję nie jest możliwa bez diagnostyki stanu zmęczenia i przebiegu wypoczynku. Do ich oceny stosuje się wiele wskaźników, a dobór ich zależy od rodzaju i wielkości obciążenia oraz technicznych możliwości badającego. Przy wyborze

przydatnych w realizacji celu badań wskaźników krwi, kierowano się rekomendacjami Łukaszewskiej i wsp. [5]: hemoglobina (HGB), wskaźnik hematokrytowy (HCT), wskaźnik masy hemoglobiny w krwince czerwonej (MCH), średnie stężenie hemoglobiny w erytrocytach (MCHC), wskaźnik średniego stężenia hemoglobiny w erytrocytach (MCV), wskaźnik rozrzutu zmierzonej objętości poszczególnych krwinek czerwonych wokół wartości średniej (RDW), wskaźnik ilości płytek krwi w mm<sup>3</sup> krwi (PLT), objętość płytek krwi (MPV), wskaźnik anizocytozy płytek krwi (wielkość płytek krwi) (PDW), ciśnienie parcjalne dwutlenku węgla (PCO<sub>2</sub>), płytkokryt (wielkość prokalcytoniny) (PCT).

Dla zachowania rzetelności w ocenie wpływu terapii systemem BEMER, przyjęto że będzie to jedyny element odnowy biologicznej. W metodyce stosowania terapii kierowano się zaleceniami producenta i dostępnymi publikacjami, które określają czas realnego utrzymywania się skutków terapii na 12-16 godzin [6-8]. Przyjęto, że terapia BEMER w drugiej edycji badań będzie stosowana 7 dni przed wysiłkiem fizycznym codziennie trzy razy od godziny 6.00 do 6.08, od 16.00 do 16.08 w cyklu dziennym i od godziny 22.00 do 5.30 w cyklu nocnym. Parametry sygnału w cyklu dziennym przez 8 minut: o 6.00 intensywność bodźca 10 (35 mikrotlesli), o 16.00 intensywność 6 (21 mikrotlesli). W cyklu nocnym S2 od 22.00 do 5.30 (10 mikrotlesli). Obszar oddziaływania emitowanego sygnału obejmował całą powierzchnię ciała w leżeniu tyłem oraz na lewym lub prawym boku.

Pobór krwi i pomiary odbywały zgodnie z opracowanym programem, zawsze w tej samej porze dnia, aby uniknąć zmian wydolności fizycznej w dobowym rytmie biologicznym i obejmowały: ciśnienie atmosferyczne, tętno, ciśnienie krwi skurczowe i rozkurczowe, temperaturę ciała oraz wybrane cechy krwi. Pobór krwi zawsze z tętnicy łokciowej lub promieniowej kończyny górnej lewej lub prawej, przy całkowicie rozluźnionych mięśniach ręki i przedramienia.

Jako standardowy wysiłek fizyczny obrano pracę o dużej intensywności. Przyjęto za Ulatowskim [9], że powinna wywołać ciśnienie skurczowe w przedziale 130-180 mm Hg, a wskaźnik Browna powinien być poniżej 50. Zastosowany wysiłek wytrzymałościowy trwał 66 min. i składał się z dwóch bezpośrednio po sobie następujących cykli. Jeden cykl składał się z następujących obciążeń: 2 minuty: 20 W, 4 minut: 40 W, 2 minuty: 20 W, 4 minuty: 60 W, 2 minuty 20 W, 5 minut: 80 W, 2 minuty: 20 W, 4 minuty: 60 W, 2 minuty: 20 W, 4 minuty: 40 W i 2 minuty: 20 W. Pomiaru ilości obrotów na cykloergometrze dokonano elektronicznym miernikiem i wahał się od 60 do 70 obr/min. W ostatnich 15 sekundach drugiego cyklu badany pozostawał na ergometrze z zaleceniem dowolnej pracy bez

obciążenia, co miało zapobiec zapaści krążeniowej. Elektrody kardiomonitora i mankiet ciśnieniomierza zakładany był w ostatniej minucie realizowanego obciążenia standardowego.

Materiał do analizy pobierany był przez pięć kolejnych dni, zgodnie ze schematem:

1. Przed wysiłkiem o 9.30 i 10.30: krew, pomiar tętna obwodowego, wielkość skurczowego i rozkurczowego ciśnienia tętniczego krwi, masy i wysokości ciała
2. Po wysiłku od 11.30

Okres wczesnej restytucji

- a. cechy krwi o godz. 11.30, 12.30, 13.30, 15.30.
- b. SO<sub>2</sub> od zakończenia wysiłku do 10,51 z odczytem co 15 s.
- c. pomiar tętna obwodowego od zakończenia wysiłku do 10.51 z odczytem co 15 s.
- d. ciśnienie skurczowe i rozkurczowe krwi od zakończenia wysiłku do 10.50 z odczytem co 10 minut
- f. masa i wysokość ciała przed podjęciem wysiłku fizycznego

Okres późnej restytucji

- a. cechy krwi, przez cztery kolejne dni o 8.00.

Z uwagi na to, że badania przeprowadzono na jednej osobie, zastosowane metody statystyczne obejmowały: wyliczenie średniej wielkości ciśnienia skurczowego i rozkurczowego oraz istotności różnic między uzyskanymi wynikami z pierwszej i drugiej edycji badań analizowanych wskaźników krwi.

### 3. Analiza statystyczna

Z uwagi na to, że badania przeprowadzono na jednej osobie, zastosowane metody statystyczne obejmowały: wyliczenie średniej wielkości ciśnienia skurczowego i rozkurczowego oraz różnic między uzyskanymi wynikami analizowanych wskaźników krwi. Do opracowania wyników posłużyła aplikacja komputerowa: Excel pakietu Office 2000 firmy Microsoft. Wybrane cechy dla uchwycenia ich zmian w przebiegu wielkości i odsetka przedstawiono na rycinach.

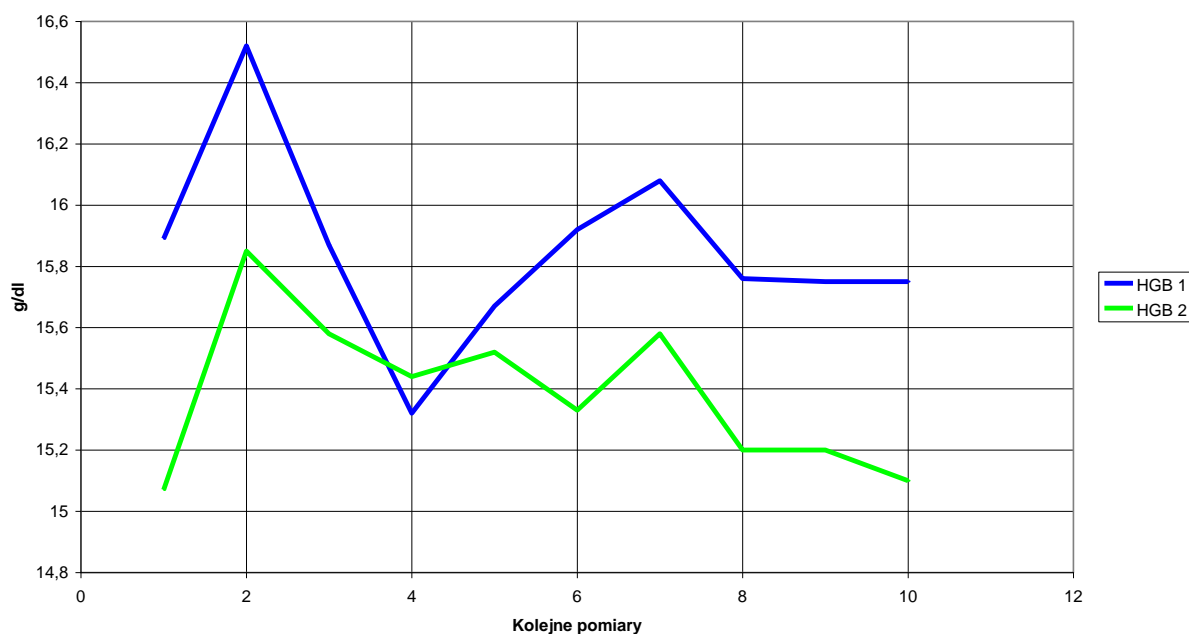
### 4. Uzyskane wyniki

Ciśnienie atmosferyczne podczas pierwszej edycji wahało się od 719,8 mmHg do 732 mmHg, drugiej od 746,5 mmHg do 755,1 mmHg. Temperatura ciała badanego zawsze wahała się od 36,6 do 37°C. W pierwszej edycji badań ciśnienie skurczowe krwi wahało się od 121 do 123 mmHg przed rozpoczęciem wysiłku fizycznego i spadało od 142 do 112 mmHg po jego zakończeniu. Rozkurczowe odpowiednio od 79 do 80 mmHg i od 121 do 86 mmHg. W drugiej edycji przed wysiłkiem odpowiednio od 118 do 119 mmHg i spadało od 137 do 111

po jego zakończeniu. Ciśnienie średnie odpowiednio: od 75 do 77 mmHg i od 98 do 76 mmHg. Wielkości średnie ciśnienia skurczowego i rozkurczowego wahały się od 131 do 99 mmHg w pierwszej edycji i od 117 do 94 mmHg w drugiej. Wysłycenie krwi tlenem w pierwszej edycji przed wysiłkiem wahało się od 94 do 95 %, a po standardowym obciążeniu od 92 do 94%. W drugiej edycji odpowiednio – od 95 do 96% i od 93 do 97%. Tętno w pierwszej edycji przed wysiłkiem wynosiło 67 ud/min, a po standardowym obciążeniu obniżało swoją wielkość z 109 do 77 ud/min. W drugiej edycji odpowiednio: z 105 do 66 ud/min.

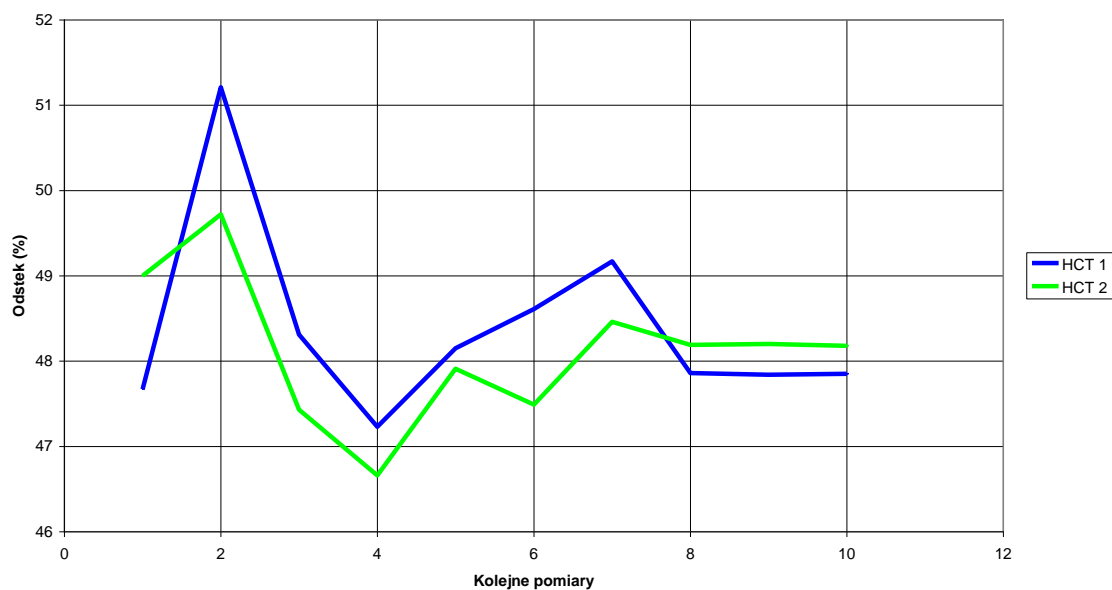
Wielkość HGB w pierwszej edycji gwałtownie obniża się już od rozpoczęcia pracy do pierwszej godziny po jej zakończeniu, po czym przez kolejne 20 godzin zwiększa się i w kolejnych 36 obniża, zbliżając się do wielkości początkowej. W drugiej edycji od rozpoczęcia pracy sukcesywnie obniża się przez 57 godzin, zbliżając do wielkości początkowej, ryc. 1.

Ryc. 1. Wielkość HGB we krwi przed i po obciążeniu standardowym w pierwszej i drugiej edycji pomiarów (n) 1



Odsetek HCT w pierwszym badaniu wykazuje gwałtowny wzrost do momentu rozpoczęcia wysiłku standardowego, dalej obniża się do końca pierwszej godziny po jego zakończeniu, po czym rośnie przez kolejnych 20 godzin i zmniejsza się przez dalszych 36, osiągając poziom wyjściowy. Rozkład odsetka HCT w drugim badaniu jest zbliżony do rozkładu w pierwszym, ale wykazuje mniejsze wielkości. Dopiero w ostatnich 24 godzinach jest większy, ale mniejszy od wielkości początkowej, ryc. 2.

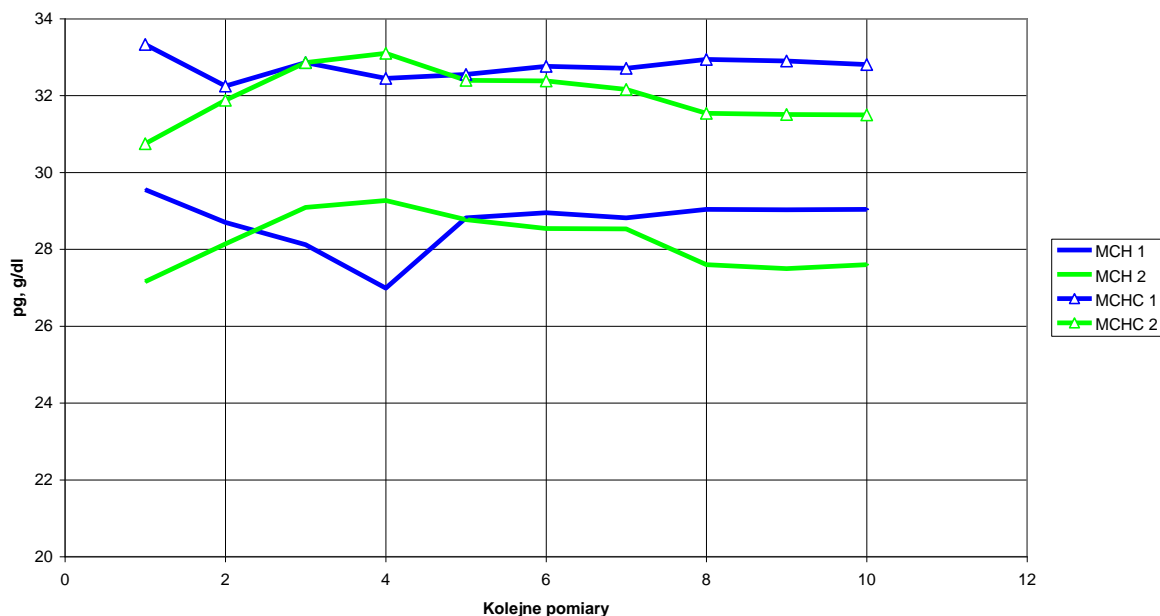
Ryc. 2. Odsetek HCT we krwi przed i po obciążeniu standardowym w pierwszej i drugiej edycji pomiarów (n) 1



Wielkość MCH w pierwszym badaniu zmniejsza się do początkowej fazy wczesnej odnowy. W kolejnej godzinie zwiększa, a dalej nie ulega istotnym wahaniom. W drugiej edycji wielkość MCH zwiększa się do początkowej fazy wczesnej restytucji, dalej występuje już tylko stopniowy spadek. W obu edycjach pomiarów wielkości końcowe są zbliżone do początkowych. Rozkład wielkości MCHC w obu edycjach badań nie ulega istotnym wahaniom. Jednakże od środkowej fazy wczesnej restytucji obserwuje się stopniowe i lustrzane rozwarstwienie wielkości z pierwszego i drugiego badania. Przy czym wielkości w pierwszej edycji są nieco większe niż z drugiej. Końcowe wyniki z obu edycji pomiarów wykazują zbliżone wielkości do początkowych, ryc. 3.

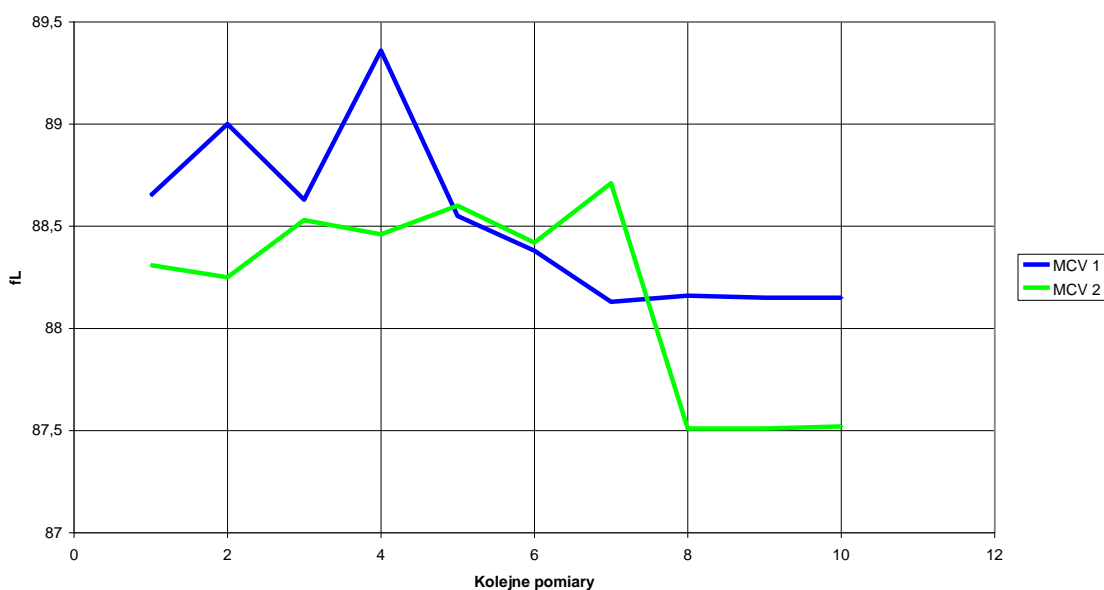


Ryc. 3. Wielkość MCH i MCHC we krwi przed i po obciążeniu standardowym w pierwszej edycji pomiarów (n) 1



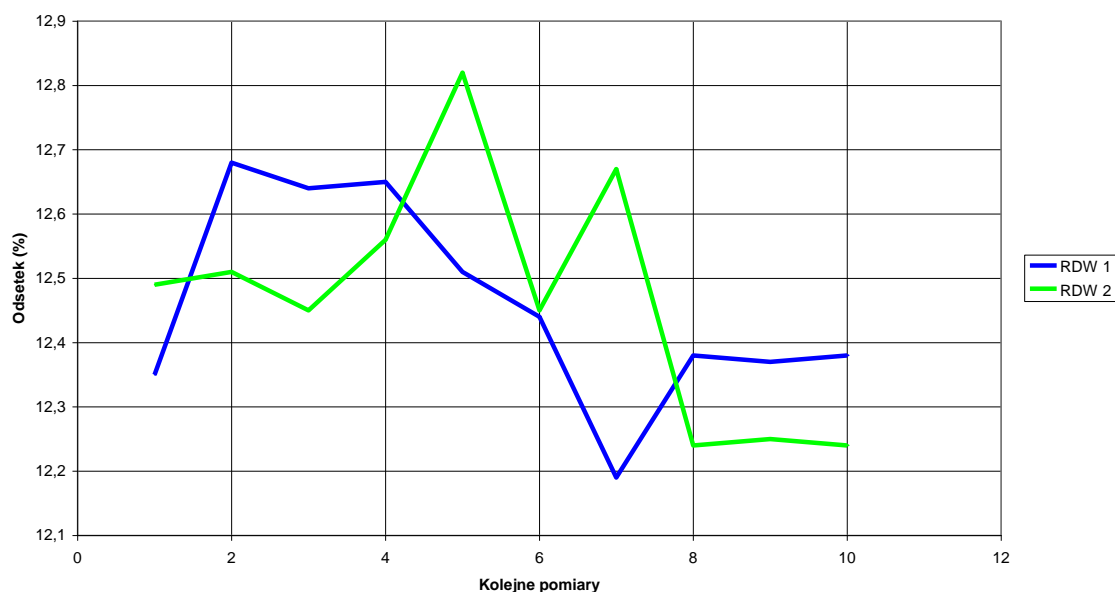
Wielkość MCV w pierwszym badaniu obniża się w trakcie realizacji obciążenia standardowego, po czym zwiększa w pierwszej godzinie od jego zakończenia, w kolejnych 56 stopniowo spada do poziomu niższego niż początkowy. W drugim wielkość badanej cechy sukcesywnie zwiększa się od pierwszego pomiaru, przez czas realizacji pracy, do końca 4 godziny wczesnej restytucji. Następnie w kolejnych 17 godzinach zwiększa się i w dalszych 36 zmniejsza, nie osiągając wielkości początkowej, ryc. 4.

Ryc. 4. Wielkość MCV we krwi przed i po obciążeniu standardowym w pierwszej i drugiej edycji pomiarów (n) 1



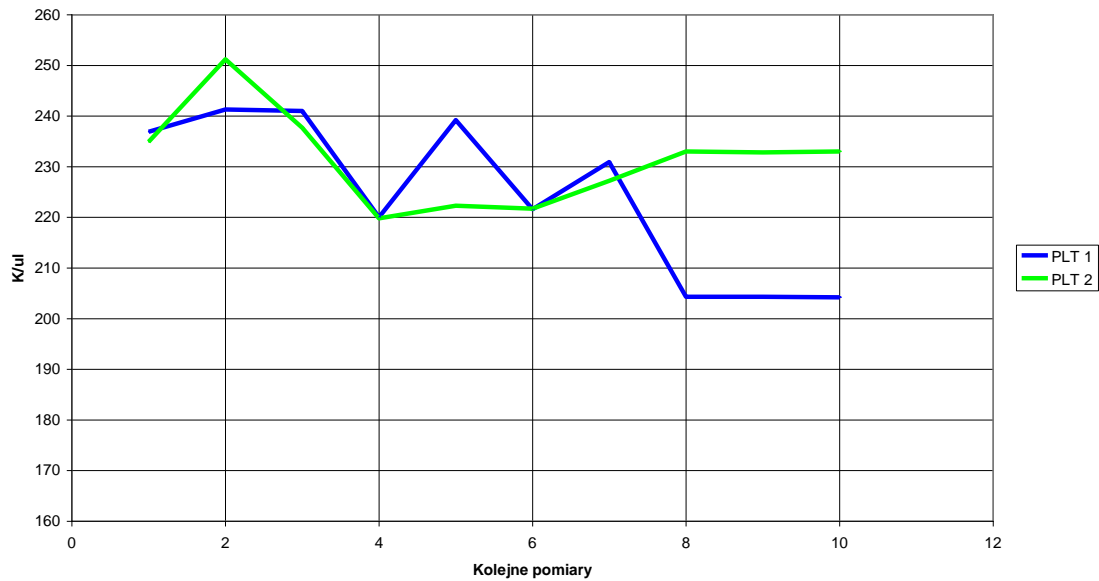
Odsetek RDW w pierwszym badaniu gwałtownie zwiększa się od poziomu wyjściowego do rozpoczęcia pracy wytrzymałościowej, po czym z chwilą podjęcia obciążenia fizycznego i kolejnych 21 godzinach restytucji obniża się, aby dalej w kolejnych 36 zwiększać, przyjmując poziom zbliżony do wyjściowego. W drugiej edycji odsetek badanej cechy zwiększa się od wielkości wyjściowej, poprzez czas realizacji pracy i końca 2 godziny wczesnej odnowy. W dalszych 2 godzinach restytucji wielkość odsetka RDW spada, w kolejnych 17 podnosi się i dalszych 36 obniża, nie osiągając wielkości początkowej, ryc. 5.

Ryc. 5. Odsetek RDW we krwi przed i po obciążeniu standardowym w pierwszej i drugiej edycji pomiarów (n) 1



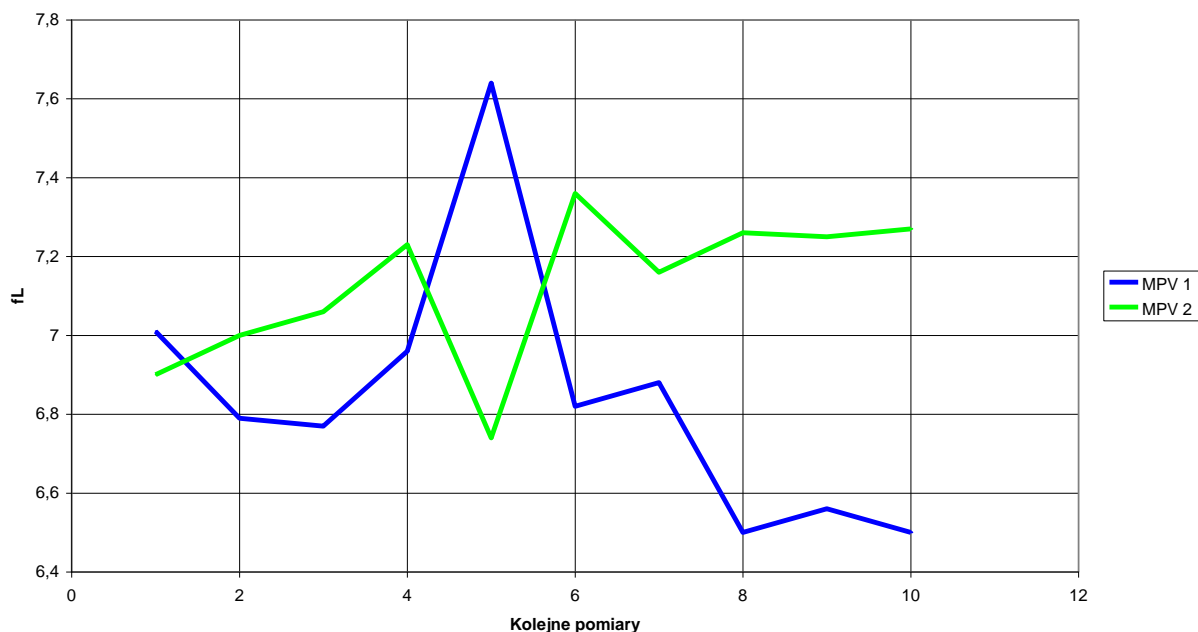
Wielkość PLT we krwi po zakończonej pracy w pierwszej edycji przez kolejne 57 godzin przyjmuje ogólną tendencję spadkową. W 2 godzinie wczesnej restytucji przyjmuje wielkość niemal wyjściową, po czym w 5 spada i w kolejnych 17 godzinach rośnie, aby w dalszych 36 obniżyć bardzo istotnie swoją wielkość w stosunku do wyjściowej. W drugiej edycji rozkład wielkości charakteryzujących PLT jest bardziej regularny, bowiem od zakończenia pracy przez 2 godziny obniżają się, aby w kolejnych 55 stopniowo wzrastać do poziomu wyjściowego, ryc. 6.

Ryc. 6. Wielkość PLT we krwi przed i po obciążeniu standardowym w pierwszej i drugiej edycji pomiarów (n) 1



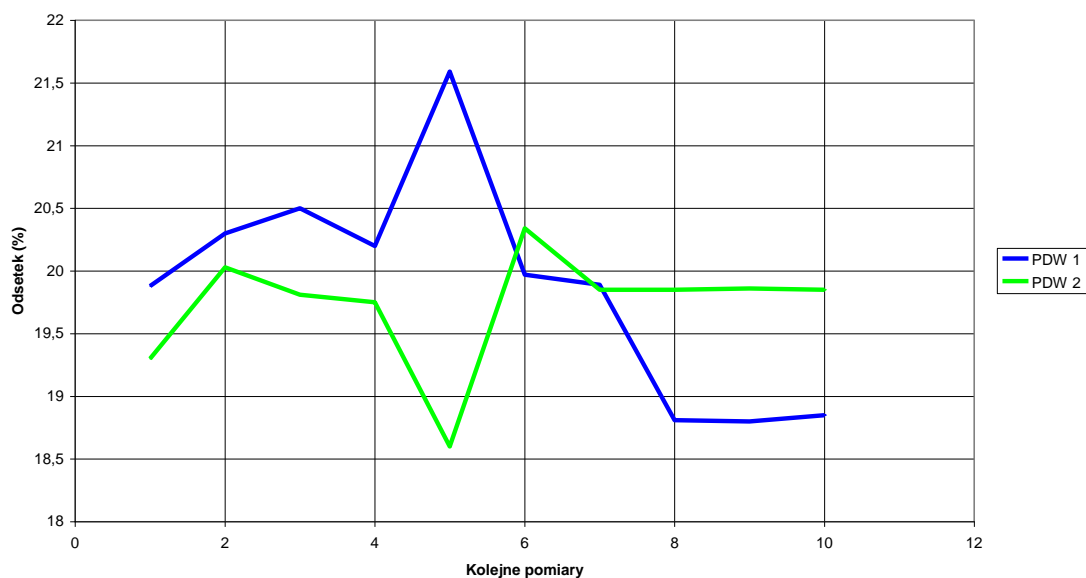
Wielkość MPV od pierwszego wyjściowego pomiaru obniża się do zakończenia wysiłku wytrzymałościowego, po czym przez 2 godziny zwiększa się, a następnie gwałtownie w kolejnych 55 godzinach zmniejsza, nie osiągając poziomu wyjściowego. W drugim badaniu badana cecha rośnie od pierwszego wyjściowego pomiaru, poprzez czas realizacji obciążenia fizycznego i końca pierwszej godziny wczesnej restytucji, w 2 godzinie obniża się a w 3 zwiększa, by dalej po obniżeniu w czasie kolejnych 17 godzin stopniowo zwiększać się, przyjmując wyższe wartości niż początkowe, ryc. 7.

Ryc. 7. Wielkość MPV we krwi przed i po obciążeniu standardowym w pierwszej i drugiej edycji pomiarów (n) 1



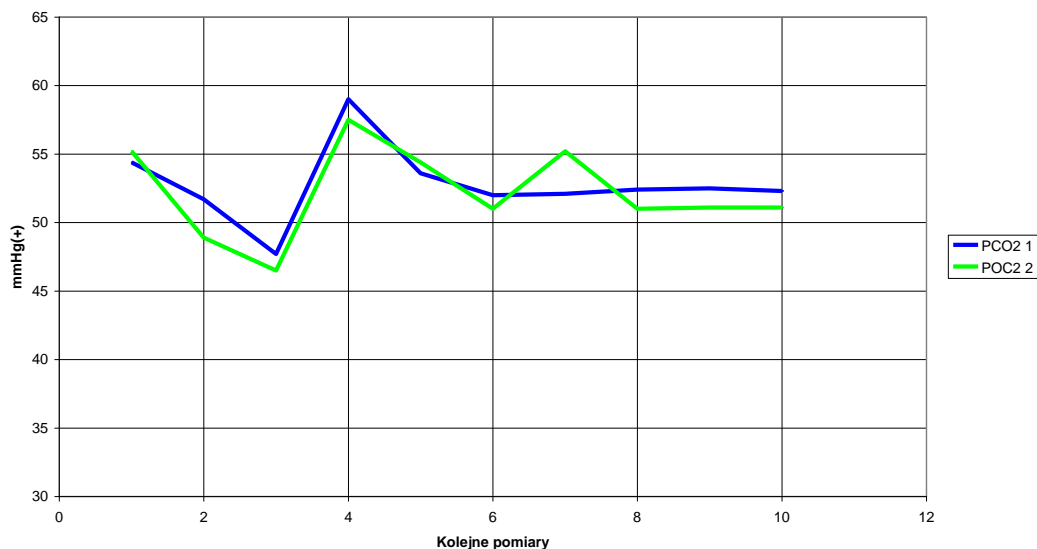
Odsetek PDW od pierwszego pomiaru do końca realizacji pracy zwiększa się, później w pierwszej godzinie od jego zakończenia spada, a w kolejnej gwałtownie zwiększa, w następnych 55 stopniowo obniża. W drugiej edycji pomiarów wielkość odsetka obniża się od chwili rozpoczęcia wysiłku fizycznego do końca 2 godziny po zakończeniu, w kolejnych 2 zwiększa się i dalej w czasie 43 godzin po niewielkim regresie utrzymuje na stałym poziomie. Po upływie 57 godzin odsetek w pierwszej edycji jest mniejszy, a w drugiej większy w stosunku do wyjściowego sprzed podjęcia pracy, ryc. 8.

Ryc. 8. Odsetek PDW we krwi przed i po obciążeniu standardowym w pierwszej i drugiej edycji pomiarów (n) 1



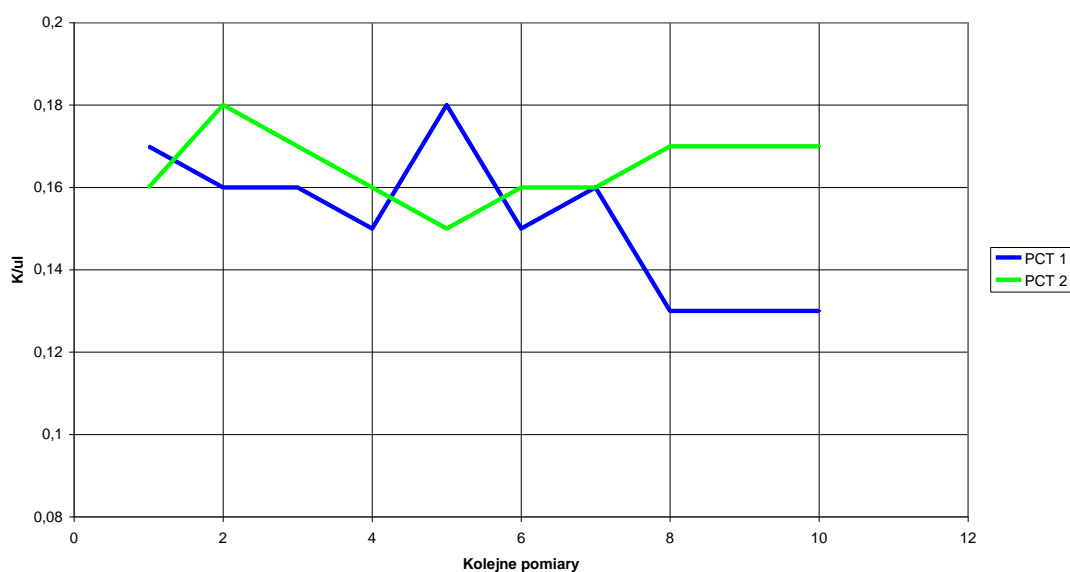
Rozkład wielkości  $PCO_2$  z obu edycji pomiarów nie wykazuje istotnych różnic, a wielkości końcowe są zbliżone do początkowych, ryc. 9.

Ryc. 9. Wielkość  $PCO_2$  przed i po obciążeniu standardowym w pierwszej i drugiej edycji pomiarów (n) 1



Wielkość PCT w pierwszej edycji od wyjściowej wartości stopniowo obniża się poprzez czas realizacji wysiłku fizycznego i do końca pierwszej godziny wczesnej odnowy. W kolejnej godzinie zwiększa się, dalej stopniowo przez 55 godzin obniża się. W drugim badaniu od chwili realizacji obciążenia standardowego, poprzez czas jego trwania i w 2 godzinach od jego zakończenia stopniowo obniża się, po czym w kolejnych 55 zwiększa, Po upływie 57 godzin jego wielkość w pierwszej edycji jest istotnie mniejsza w stosunku do wyjściowej sprzed podjęcia pracy, w drugiej nieistotnie większa, ryc. 10.

Ryc. 10. Wielkość PCT we krwi przed i po obciążeniu standardowym w pierwszej i drugiej edycji pomiarów (n) 1



## 5. Dyskusja

Autor dopuszczając opinię, że uzyskane jednostkowe wyniki z przeprowadzonych pomiarów, nie mogą być podstawą do uogólnionych wniosków nad wpływem fizycznej terapii naczyniowej BEMER na restytucję po wysiłku wytrzymałościowym. Mogą być jedynie próbą wskazania kierunku dalszych dociekań nad intensyfikacją odnowy biologicznej.

Badania Eberhardta i wsp. [10] wykazały, że ciężki wysiłek fizyczny skutkuje znamienym obniżeniem aktywności oddechowej krwi. Wysiłki o średnim obciążeniu istotnie zwiększają aktywność oddechową składników morfotycznych krwi. Badania Levine i wsp. [11] wykazały pozytywne zmiany po treningu w zakresie zwiększenia zdolności transportu tlenu, a Saunders i wsp. [12] stężenia hemoglobiny. W krwinkach 30% objętości zajmuje hemoglobina i 70% płyn wewnątrzkomórkowy. Optymalna wielkość dla kobiet wynosi 11-15 g/dl, mężczyźni 12-17 g/dl [13]. De Lanne i wsp. [14] wykazali przyrost powysiłkowy ilości hemoglobiny. Stwierdzili także, że ciężki i długotrwały wysiłek obniża ilość erytrocytów i zawartość hemoglobiny. Patriarca i Topi [15] stwierdzili po wykonanej pracy na cykloergometrze do wyczerpania (obciążenie 1250 kgm/min, a czas pracy wynosił średnio 14-45 minut), że ilość hemoglobiny zmniejszała się o nieistotną statystycznie wielkość po ćwiczeniach, a w okresie odpoczynku rosła. Jak wykazały badania rozkład wielkości hemoglobiny (HGB) w obu edycjach badań jest bardzo zbliżony, choć w drugiej, wielkości są nieco mniejsze. Przy czym w drugiej edycji i początkowej fazie wczesnej odnowy, spadek wielkości hemoglobiny jest nieistotnie mniejszy niż w pierwszej, a wielkość końcowa jest większa niż początkowa, w pierwszej początkowa jest większa. Na tej podstawie można wnioskować o ograniczonym wpływie terapii BEMER w początkowej fazie wczesnej odnowy.

Wskaźnik hematokrytowy (HCT) jest tu rozumiany jako stosunek objętości skoagulowanych erytrocytów do objętości całej krwi. Optymalna wielkość dla kobiet wynosi 37-47 %, mężczyźni 40-54 %. Jego obniżenie może świadczyć o przewodnieniu albo niedokrwistości, natomiast zwiększenie poziomu następuje w nadkrwistości, odwodnieniu izotonicznym lub w nadprodukcji erytrocytów [16]. De Lanne i wsp. [14] wykazali przyrost powysiłkowy hematokrytu. Patriarca i Topi [15] stwierdzili po wykonanej pracy na cykloergometrze do wyczerpania (obciążenie 1250 kgm/min, a czas pracy wynosił średnio 14-45 minut), że hematokryt rósł w czasie wysiłku fizycznego, ale po pracy wraca szybko do poziomu wyjściowego. Jak wykazały badania, rozkład wielkości liczby hematokrytowej w obu edycjach badań jest bardzo zbliżony, choć w drugiej jest nieco mniejszy. Przy czym w drugiej edycji, w okresie późnej restytucji, wskaźnik wykazuje wyższe wielkości niż z

pierwszej edycji. Zaobserwowano także nieistotnie statystycznie większą liczbę hematokrytową przed podjęciem obciążenia standardowego w drugiej edycji pomiarów. Na tej podstawie można wnioskować o bardzo ograniczonym wpływie zastosowanej terapii BEMER w okresie późnej odnowy i podobnym do skutków jakie wywołuje przebywanie na dużych wysokościach.

Średnia masa hemoglobiny w krwince (MCH) jest drugim z trzech wskaźników opisujących krwinkę czerwoną jest tu wyliczany jako zamierzona wartość hemoglobiny i zamierzona wartość liczby krwinek czerwonych. Optymalna wielkość to 27-34 pg i zależy od płci i wieku. Jej zmniejszenie sugeruje niedokrwistość w krwince, w której obniżona jest synteza hemoglobuliny, a zwiększenie jest charakterystyczne dla sferocytozy wrodzonej [17]. W literaturze przedmiotu nie znaleziono publikacji z zakresu skutków wpływu wysiłku fizycznego. Różnice wielkości wskaźnika uzyskane z pierwszej i drugiej edycji pomiarów sprowadzają się do wstępnej fazy wczesnej odnowy i końcowej późnej restytucji. Należy sądzić, że zastosowana terapia BEMER wywarła bardziej pozytywny wpływ w pierwszym przypadku niż w drugim.

Średnie stężenie hemoglobuliny w erytrocytach (MCHC) jest jednym ze wskaźników erytrocytowych, określające stężenie hemoglobuliny w pojedynczym erytrocycie. Optymalna wielkość wskaźnika to 30-35 gHb/dl erytrocytów i zależy od wieku i płci [17]. W literaturze przedmiotu nie znaleziono publikacji z zakresu skutków wpływu wysiłku fizycznego. Różnice wielkości wskaźnika uzyskane z pierwszej i drugiej edycji pomiarów sprowadzają się do czasu przed podjęciem obciążenia standardowego i fazy końcowej późnej restytucji. W obu przypadkach występuje przewaga krwinek hypochromicznych nad normochromicznymi. Należy sądzić, że zastosowana terapia BEMER nie zapobiegła umiarkowanemu negatywnemu wpływowi wysiłku fizycznego, tzn. przejściowemu i czynnościowemu stanowi „rozcieńczenia” krwi, obecnemu między innymi w stanach przewodnienia organizmu, spadku syntezy hemoglobuliny i niedokrwistości wynikającej z niedoborów żelaza, co znajduje potwierdzenie w stwierdzonych wielkościach wskaźników badań innych autorów, jako obniżenie się poziomu hemoglobuliny, ilości erytrocytów i żelaza [18]. Wykazane niższe wielkości analizowanego wskaźnika mogą także świadczyć o przejściowych i czynnościowych zaburzeniach hipotonicznych gospodarki wodno-elektrolitowej, na co terapia BEMER w późnej fazie odnowy nie wpłynęła.

Średnia objętość krwinki (MCV) jest pierwszym z trzech wskaźników opisujących krwinkę. Optymalna wielkość dla dorosłych to 80-96 fL i jest zależna od wieku i płci [17]. W literaturze przedmiotu nie znaleziono publikacji z zakresu skutków wpływu wysiłku

fizycznego. Wielkości wskaźnika uzyskane z pierwszej i drugiej edycji pomiarów nie wykazują w zasadzie istotnych różnic. Zaobserwowano jednak w końcowej fazie późnej restytucji, przesunięcie w kierunku zmniejszenia objętości krwinek, co może być wyrazem przejściowych i czynnościowych tendencji zaburzeń hipertonicznych we krwi. Zastosowana terapia BEMER u nie skorygowała znacząco wpływu wysiłku fizycznego na ten wskaźnik.

Anizocytoza krwinek czerwonych jest miarą zróżnicowania wielkości erytrocytów (RDW). Optymalna wielkość wskaźnika mieści się w granicach od 11,50 do 14,50% [19]. W literaturze przedmiotu nie znaleziono publikacji z zakresu skutków wpływu wysiłku fizycznego. Wielkości uzyskane z pierwszej i drugiej edycji pomiarów nie wykazują w zasadzie istotnych różnic. Zaobserwowano jednak w końcowej fazie późnej restytucji, przesunięcie w kierunku zmniejszenia zróżnicowania krwinek, co może być negatywnym wyrazem przejściowych i czynnościowych tendencji zaburzeń wielkości krwinek czerwonych. Jak należy przypuszczać zastosowana terapia BEMER w drugiej edycji pomiarów skorygowała tendencję do niekorzystnego zmniejszenia heterogeniczności erytrocytów.

Wielkości referencyjne wskaźnika ilości płytek (PLT) w  $\text{mm}^3$  to 150-400 tys. W literaturze przedmiotu nie znaleziono publikacji z zakresu skutków wpływu wysiłku fizycznego. Wielkości uzyskane z pierwszej i drugiej edycji pomiarów wykazują różnice. Do początkowej fazy wczesnej restytucji ilość trombocytów obniża się. W kolejnych godzinach restytucji w drugim badaniu następuje stały wzrost płytek we krwi. Wykazane istotne zróżnicowanie w końcowej fazie późnej odnowy, z następowym przesunięciem w kierunku zwiększenia trombocytów, może być skutkiem zastosowanej terapii BEMER w drugiej edycji pomiarów. Tendencja ta może być także konsekwencją częstego poboru krwi [20]. Należy również zauważyć, że w drugiej edycji, wskaźnik powraca do poziomu zbliżonego do wyjściowy, czego nie obserwuje się w pierwszej edycji.

Średnia objętość płytek krwi (MPV) waha się pomiędzy 6 a 10,4 fL i jest niezależna od płci. W niektórych badaniach klinicznych stwierdzono korelację pomiędzy MPV i ryzykiem powikłań sercowo-naczyniowych, ale znaczenie kliniczne tego parametru wymaga jeszcze potwierdzenia w praktyce [19]. Wykazane istotne zróżnicowanie w środkowej fazie wczesnej odnowy, z następowym przesunięciem w kierunku zwiększenia objętości trombocytów, może być skutkiem zastosowanej terapii BEMER w drugiej edycji pomiarów. Należy podkreślić, że w drugim badaniu, wskaźnik przyjmuje większą wielkość niż wyjściowa, czego nie obserwuje się w pierwszej edycji.



Anizocytoza płytek krwi (PDW) to zróżnicowanie trombocytów pod względem objętości, określa jaki procent trombocytów różni się pod względem objętości w stosunku do „przeciętnej” płytki. Optymalna wielkość wskaźnika to 10,00-19,00 fL [17]. W literaturze przedmiotu nie znaleziono publikacji z zakresu skutków wpływu wysiłku fizycznego. Wielkości uzyskane z pierwszej i drugiej edycji pomiarów nie wykazują w zasadzie istotnych różnic do początkowej fazy wczesnej restytucji. Zaobserwowane istotne zróżnicowanie w środkowej fazie wczesnej odnowy, z następowym przesunięciem w kierunku zwiększenia zróżnicowania trombocytów w okresie późnej odnowy, może być skutkiem zastosowanej terapii BEMER w drugiej edycji pomiarów, ale może także świadczyć o zaburzeniach w produkcji trombocytów pod wpływem wysiłku fizycznego lub ich wzmożonej produkcji po wykrzepianiu trombocytów obecnych we krwi, czego powodem może z kolei być tak częsty pobór krwi. Jednakże należy zauważyć, że w drugiej edycji, wskaźnik z początkiem późnej restytucji powraca do poziomu nieco wyższego niż wyjściowy, czego nie obserwuje się w pierwszej edycji, co z kolei może być skutkiem zastosowanej terapii BEMER.

Niewydolnością oddechową ( $PCO_2$ ) określa się stan upośledzenia wymiany gazowej w płucach, który może być uwarunkowany licznymi zjawiskami dotyczącymi zarówno bezpośrednio układu oddechowego, jak też innych narządów i układów bezpośrednio wpływających na czynność oddechową. Badaniem laboratoryjnym o podstawowym znaczeniu w diagnostyce niewydolności oddechowej jest gazometria krwi tętniczej. Stan jawnej niewydolności oddechowej rozpoznaje się, kiedy w spoczynku podczas oddychania powietrzem atmosferycznym dochodzi do obniżenia ciśnienia parcjalnego tlenu we krwi tętniczej ( $<60\text{mmHg}$ ,  $9,33\text{ Pa}$ ) z ewentualnym wzrostem ciśnienia parcjalnego dwutlenku węgla ( $>45\text{ mmHg}$ ,  $6,0\text{ kPa}$ ). Przy stwierdzeniu wymienionych nieprawidłowości w badaniu gazometrycznym tylko podczas wysiłku fizycznego rozpoznaje się niewydolność oddechową utajoną. Należy podkreślić, że wynik badania gazometrycznego krwi tętniczej jest podstawą rozpoznania lub wykluczenia niewydolności oddechowej, niezależnie od jej przyczyn i mechanizmu [21]. Wielkości uzyskane z pierwszej i drugiej edycji pomiarów nie wykazują w zasadzie istotnych różnic. Należy przyjąć, że zastosowana terapia BEMER w drugiej edycji pomiarów nie miała istotnego znaczenia w analizowanym wskaźniku.

Prokalcytonina (PCT) to białko o masie 13 kDa, składające się z 116 aminokwasów. W warunkach fizjologicznych jest prekursorem kalcytoniny. Proces jej powstawania odbywa się w komórkach C tarczycy, w wyniku proteolizy białka prekursorowego – preprokalcytoniny. Jej optymalny odsetek zawarty jest pomiędzy 0,10% a 0,50%. W warunkach patologicznych, a więc także intensywnego wysiłku fizycznego. To wskaźnik

stanu zapalnego, podczas którego uwalniana jest do krwi w wyniku reakcji zapalnej mięśni [22]. Wielkości uzyskane z pierwszej i drugiej edycji pomiarów nie wykazują w zasadzie istotnych różnic w rozwijającym się porannym stanie zapalnym mięśni kończyn dolnych do środkowej fazy wczesnej odnowy. W drugiej edycji badań w fazie późnej restytucji zaobserwowany wzrost wielkości wskaźnika w kierunku zmniejszenia stanu zapalnego, co może być pozytywnym wyrazem przejściowych i czynnościowych tendencji zaburzeń. Jak należy przypuszczać zastosowana terapia BEMER w drugiej edycji pomiarów skorygowała tendencję do niekorzystnego rozwoju stanu zapalnego mięśni.

Badania Mrozkowiaka [23, 24] nad wpływem fizykalnej naczyniowej terapii BEMER na cechy krwi zdają się potwierdzać przedstawione rezultaty dociekań. We wnioskach końcowych dopuszcza stosowanie terapii BEMER w ramach odnowy biologicznej, zastrzegając, że kwestia ta wymaga szeroko zakrojonych badań, obejmujących różne dyscypliny sportowe, osobników różnej płci i wieku. Autor publikacji zwraca także uwagę, na konieczność określenia jak fizykalna terapia naczyniowa BEMER wpływa na odnowę biologiczną będąc jednym z kilku zabiegów restytucji powysiłkowej.

## 6. Wnioski

1. Zastosowana metodyka i profil sygnału BEMER poprzez zwiększenie światła naczyń mikrokrążenia wpływa zróżnicowanie na wielkość wybranych wskaźników krwi.
2. Zastosowanie stymulacji BEMER w odnowie biologicznej po wysiłkach wytrzymałościowych u mężczyzn w 5-6 dekadzie życia może być uzasadnione.
3. Uzyskane jednostkowe wyniki z przeprowadzonych pomiarów, nie mogą być podstawą do uogólnionych wniosków nad wpływem sygnału BEMER na restytucję po wysiłku wytrzymałościowym. Mogą być jedynie próbą wskazania kierunku dalszych dociekań nad modyfikacją metodyki stosowania wielowymiarowego strukturalnie sygnału BEMER i intensyfikacją odnowy biologicznej po różnych wysiłkach .

## 7. References

1. Gouyton A.C., Hall J.E. Textbook of medical physiology. Elsevier Inc., Philadelphia 2006, 181-190.
2. Bernat S. I., Działanie różnych metod terapii fizykalnej na cechy funkcjonalne mikrokrążenia przy niedostatecznej regulacji ukrwienia narządów, Abstract for the BEMER Symposium at the Freudenstadt ZAEN Congress 2013.
3. Instrukcja BEMER-SET Classic/Pro, User Manual, BEMER Group, August 2013 the Freudenstadt ZAEN Congress 04.01.2011

4. Mrozkowiak Mirosław, Mrozkowiak Magdalena: Co to jest zdrowy styl życia = What is meant by the healthy lifestyle? [W:] *Ontogeneza i promocja zdrowia : w aspekcie medycyny, antropologii i wychowania fizycznego*. Red. nauk. Józef Tatarczuk, Ryszard Asienkiewicz, Ewa Skorupka. Zielona Góra : Oficyna Wydawnicza Uniwersytetu Zielonogórskiego, 2011, s. 117-130.
5. Łukaszewska J., Raczyńska B., Wawrzyńczak-Witkowska A., Restytucja w procesie treningowym, II Kongres Naukowy Kultury Fizycznej, 1986, s. 298-315.
6. Piruet-Gottwald M., Multiple Sklerose: Wie Sie Ihen Korper starke, Naturlich Heilen – Gesund Leben, Deutschland, Ausland inkl. Ubersee, 2014, nr 2, s. 10-12.
7. Ziemssen T., Piatkowski J., Haase R., Long-term effects of Bio-Electromagnetic-energy Regulation therapy on fatigue in patients with multiple sclerosis, *Altern Ther Health. Med.* 2011, nov-dec, 17 (6) , 22-28.
8. Piatkowski J., Kern S., Ziemssen T., Effect of BEMER magnetic field therapy on the level of fatigue in patients with multiple sclerosis: a randomized, double-blind controlled trial, *J Altern Komplement Med.*, 2009, may, 15 (5), 507-11, DOI, 10, 1089/ACM, 2008.0501.
9. Ulatowski T., Teoria i metodyka sportu, SiT, Warszawa, 1981, s. 67
10. Romanowski W., Eberhard A., Profilaktyczne znaczenie zwiększonej aktywności ruchowej człowieka, PZWL, Wa-wa, 1972, s. 80.
11. Levine B.D., Stray-Gundersen J., Living high-training low: effect of moderate-altitude acclimatization with low-altitude training on performance, *J. Appl Physiol*, 1997, 83, (1), 102-112
12. Saundesr P.U., Telford R.D., Hahn A.G., Gore C.J., Improved running economy and increased hemoglobin mass in elite runners after extended moderate altitude exposure. *J. Sci Med. Sport*, 2009, 12 (1), 67-72.
13. Nastalski J.W., Wybrański I., Zdzienicka A., Czynniki przedanalizyczne wpływające na wynik badania laboratoryjnego. Problem zapewnienia diagnostycznej wartości wyniku, [W:] *Diagnostyka laboratoryjna z elementami biochemii klinicznej* [red.] Dembińska-Kieć A., Nastalski J., Elsevier Urban & Partner, Wrocław, wyd. II, 2009, 38
14. De Lanne R. J., Barnes J. R., Brouha L., Changes in osmotic pressure and ionic concentrations of plasma during muscular work and recovery. *J. Appl. Physiol*, 1959, 14.

15. Patriarca L., Topi G. C., Hematological alterations in strenuous work, *Medicina dello sport*, Torino, 1967, 20, 1.
16. Wojciech. Sawicki: *Histologia*. Warszawa: Wydawnictwo Lekarskie PZWL, 2009, s. 201.
17. Maziarz B., Kapusta M., Anyszek T., Podstawowe badania z zakresu analityki lekarskiej, [W:] *Diagnostyka laboratoryjna z elementami biochemii klinicznej* [red.] Dembińska-Kieć A., Nastalski J., Elsevier Urban & Partner, Wrocław, wyd. II, 2009, 64.
18. Mrozkowiak M., Volkl- Drożdżowska D., Ocena skuteczności terapii BEMER w procesie odnowy biologicznej po wysiłku wytrzymałościowym. Opis przypadku, *Mikroirkulation im fokus der forschung*, 2015, 326
19. Nowak W., Skotnicki A., Salamańczuk Z., Podstawy diagnostyki hematologicznej, [W:] *Diagnostyka laboratoryjna z elementami biochemii klinicznej* [red.] Dembińska-Kieć A., Nastalski J., Elsevier Urban & Partner, Wrocław, wyd. II, 2011, 445.
20. Schottdorf – Tim Ch., Maier V., *Badania laboratoryjne*, MUZA SA, Warszawa, 2006, 67.
21. Solnica B., *Badania laboratoryjne w ostrych stanach zagrożenia życia*, [W:] *Diagnostyka laboratoryjna z elementami biochemii klinicznej* [red.] Dembińska-Kieć A., Nastalski J., Elsevier Urban & Partner, Wrocław, wyd. II, 2010, s. 922.
22. Grochowicz M., Prokalcytonina (PCT) – podstawy teoretyczne i zastosowanie praktyczne w diagnostyce klinicznej, *Nowa pediatria*, 2/2001, 16-19.
23. Mrozkowiak Mirosław. Wpływ terapii BEMER na wybrane wskaźniki krwi w ramach procesu odnowy biologicznej po wysiłku wytrzymałościowym. Studium przypadku = Effect of BEMER therapy on selected indicators of blood in the process of wellness after exercise endurance. Case study. *Journal of Education, Health and Sport*. 2015;5(4):278-298. ISSN 2391-8306.
24. Mrozkowiak M., Mrozkowiak M. Próba oceny skuteczności terapii BEMER w procesie odnowy biologicznej po wysiłku wytrzymałościowym i wybranych funkcjach poznawczych. Opis przypadku = An attempt to evaluate the effectiveness of BEMER therapy wellness process after endurance exercise and cognitive functions selected. Case study. *Journal of Education, Health and Sport*. 2015;5(9):11-62. ISSN 2391-8306. DOI 10.5281/zenodo.29904