

Mrozkowiak Mirosław, Mrozkowiak Magdalena. 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](https://doi.org/10.5281/zenodo.29904)
<http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.29904>
<http://ojs.ukw.edu.pl/index.php/johs/article/view/2015%3B5%289%29%3A11-62>
<https://pbn.nauka.gov.pl/works/615733>
Formerly Journal of Health Sciences. ISSN 1429-9623 / 2300-665X. Archives 2011–2014
<http://journal.rsw.edu.pl/index.php/JHS/issue/archive>

Deklaracja.

Specyfika i zawartość merytoryczna czasopisma nie ulega zmianie.
Zgodnie z informacją MNiSW z dnia 2 czerwca 2014 r., że w roku 2014 nie będzie przeprowadzana ocena czasopism naukowych; czasopismo o zmienionym tytule otrzymuje tyle samo punktów co na wykazie czasopism naukowych z dnia 31 grudnia 2014 r.

The journal has had 5 points in Ministry of Science and Higher Education of Poland parametric evaluation. Part B item 1089. (31.12.2014).

© The Author (s) 2015;

This article is published with open access at Licensee Open Journal Systems of Kazimierz Wielki University in Bydgoszcz, Poland and Radom University in Radom, 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/3.0/>) 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/3.0/>) 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: 22.07.2015. Revised 24.08.2015. Accepted: 24.08.2015.

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

¹Mirosław Mrozkowiak, ²Magdalena Mrozkowiak

¹Uniwersytet Kazimierza Wielkiego, Instytut Kultury Fizycznej,
ul. Ogińskiego 16, 85-092 Bydgoszcz
²Bioergosport, Nowa Biała k/Płocka

Słowa kluczowe: BEMER, odnowa biologiczna, wytrzymałość, cechy krwi, funkcje poznawcze.

Streszczenie

Wstęp. Głównym rdzeniem technologii BEMER (Bio- Elektro- Magnetische Energie – Regulation lub bioelektromagnetyczna regulacja energii) jest wielowymiarowa struktura sygnału, która ma skutecznie stymuluje ograniczone lub zaburzone mikrokrążenia. Celem badań jest ocena przydatności terapii BEMER w procesie odnowy biologicznej i funkcji poznawczych po wysiłku wytrzymałościowym.

Metoda i materiał. Badany mężczyzna realizujący zdrowy styl życia poddał się oznaczeniu 46 wybranych wskaźników krwi w dwóch edycjach pomiarów po wysiłku wytrzymałościowym w czasie restrykcji wspomaganą terapią BEMER.

Uzyskane wyniki. Najbardziej znaczące zmiany zaobserwowano we wskaźnikach krwi: EOS%, Hb, cHCO₃, PO₂, SO₂(c), O₂Hb, COHb, BE, BE_{akt}, EOS, NEU%, LYM%, BASO%, MONO%, tHb, cHCO₃, BB, MeHb, WBC, RBC, insulinie i kortyzolu, HGB, MCV, RDW, MPV i PLT, tHb, SO₂(c), O₂Hb, COHb i Hb.

Wnioski. (1) Zastosowana metodyka terapii i profil parametrów sygnału BEMER poprzez zwiększenie światła naczyń mikrokrążenia wpływa zróżnicowanie na wielkość wybranych wskaźników krwi. Przy czym wielkości wielu mierzonych cech krwi są znacznie korzystniejsze w drugiej niż w pierwszej edycji badań, podczas której nie stosowano stymulacji, (2) Zastosowanie stymulacji BEMER w odnowie biologicznej po wysiłkach wytrzymałościowych u mężczyzn w 5-6 dekadzie życia może być uzasadnione. Uzyskane jednostkowe wyniki z przeprowadzonych pomiarów, nie mogą być podstawą do uogólnionych wniosków nad stosowaniem sygnału BEMER w ramach odnowy biologicznej po wysiłku wytrzymałościowym. Mogą być jedynie próbą wskazania kierunku dalszych dociekań nad modyfikacją metodyki stosowania i parametrów wielowymiarowego strukturalnie sygnału BEMER i intensyfikacją odnowy biologicznej po różnych wysiłkach, (3) Stwierdzono znaczący wpływ obciążenia wytrzymałościowego na funkcje poznawcze, w przeciwieństwie do sygnału BEMER, (4) Następujące cechy ze względu na brak istotnych zmian pod wpływem stymulacji bioelektromagnetycznej należy wyeliminować: K, Ca, Mg, WBC, NEU, LYM, NEU%, LYM%, cHCO₃, MONO, PCT, PCO₂, MCH, MCHC i funkcje poznawcze, a w to miejsce poddać analizie wybrane cechy moczu: sód, potas, chlorki, azot, hemoglobinurię, siarczany, amoniak i kreatyninę.

Keywords: BEMER, wellness, strength, blood characteristics, cognitive functions.

Abstract

Admission. The main core technology BEMER (Bio Energie Elektro Magnetische - Regulation or bioelektromagnetyczna energy adjustment) is a multi-dimensional signal structure, which has effectively stimulates restricted or impaired microcirculation. The aim of the study was to evaluate the usefulness of BEMER therapy in the wellness and cognitive function after exercise endurance.

The method and material. Tested man pursuing a healthy lifestyle surrendered to the determination of 46 selected indicators of blood in two editions measurements after exercise endurance during restitution assisted therapy BEMER.

Obtained results. The most significant changes were observed in the indices of blood EOS%, HHb, cHCO_3 , PO_2 , $\text{SO}_2(\text{c})$, O_2Hb , COHb, BE, BE_{act} , EOS, NEU%, LYM%, BASO%, MONO%, tHb, cHCO_3 , BB, MeHb, WBC, RBC, insulin and cortisol, HGB, MCV, RDW, MPV, PLT, tHb, $\text{SO}_2(\text{c})$, O_2Hb , COHb and HHb.

Conclusions. (1) Methodology therapy and profile parameters BEMER signal by increasing the light microvascular variation affects the size of selected indicators of blood. When the size of a number of measured characteristics of blood are much better in the second than in the first round of the study, during which no stimulation is used, (2) Pacing BEMER in rejuvenating the effort strength in men 5-6 decade of life can be justified. Separate results obtained from the measurements can not be the basis for generalized conclusions on the use of the BEMER signal in the context of wellness after exercise endurance. They can only be an attempt to indicate the direction of future research on the modification methodology of application and performance of multi-dimensional structurally signal BEMER and intensification of wellness through various efforts, (3) Found a significant impact load endurance on cognitive function, as opposed to the signal BEMER (4) The following features from Due to the lack of significant changes under the influence of bioelectromagnetic stimulation should be eliminated: K, Ca, Mg, WBC, NEU, LYM, NEU%, LYM%, cHCO_3 , MONO, PCT, PCO_2 , MCH, MCHC and cognitive function, and the place to be analyzed selected features of urine sodium, potassium, chlorides, nitrates, hemoglobinuria, sulfates, ammonia, and creatinine.

1. Wstęp

Naczynia mikrokrążenia stanowią około 99% całkowitej liczby 10^{11} naczyń krwionośnych dorosłego człowieka [1]. Układ krążenia składa się w 11,5% z naczyń tętniczych, 14,5% naczyń żylnych i 74% mikronaczyń, których średnica nie przekracza 150 mikronów [2]. Poza naczyniami włosowatymi obejmuje również tętniczki, drobne żyłki, naczynka chłonne oraz zespolenia tętniczo-żylnie. To funkcjonalnie najważniejsza część ludzkiego układu krwionośnego, bowiem na tym poziomie spełnia ono ważne dla życia zadania transportowe: dostarcza tlen i składniki odżywcze do tkanek oraz odtransportowuje produkty przemiany materii. Wazomotocja reaguje na każdy stresor zewnętrzny umożliwiając tym samym jej biorytmiczną stymulację. Ograniczenia lub zaburzenia mikrokrążenia powodują szybsze starzenie się komórek i są przyczyną wielu zaburzeń [3]. To istotny czynnik regulacji termicznej, ciśnienia krwi oraz rezerwy pojemnościowej, dzięki której możliwe jest pięciokrotne zwiększenie pojemności naczyń przy ich maksymalnej szerokości. Główną funkcją mikrokrążenia ze względu na występujące tam warunki permeabilizacji, są zachodzące reakcje wymiany materii, mające istotne znaczenie dla metabolizmu systemu immunologicznego [4]. Na sprawność mikrokrążenia wpływa między innymi: wiek, środowisko i tryb życia, rozumiany jako zbiór 10 zasad określonych przez Cendrowskiego [5]. Skutki obniżonej sprawności angiokinezy to między innymi: zmniejszona sprawność układu immunologicznego, ochrona przed wolnymi rodnikami, wydajność układu krążenia, wydłużony proces zdrowienia w przypadku choroby i większa podatność na infekcje [3]. Regeneracja i leczenie opierają się na sprawnej przemianie materii, a jej podstawą jest wzajemne oddziaływanie elektromagnetyczne [6].

Głównym rdzeniem technologii BEMER (Bio- Elektro- Magnetische Energie – Regulation lub bioelektromagnetyczna regulacja energii) jest wielowymiarowa struktura sygnału, która skutecznie stymuluje ograniczone lub zaburzone mikrokrążenia. Badania Bernata [7] 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 wazomotę, a tym samym na mikrokrażeńiową regulację ukrwienia i pod tym względem nadaje się do stosowania profilaktycznego i komplementarno-terapeutycznego.

Wg producenta terapia systemem BEMR przy zastosowaniu kompleksowym lub uzupełniającym doskonali podstawowe procesy fizjologiczne, angiokinezę i wazodylatację mikrokrażenia, 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. 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 i kwasowych. 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 [8]. Nie zaobserwowano przypadków nadmiernych dawek lub efektu przyzwyczajenia.

Łyskawa [9] cytuje Lezaka, opisującego procesy poznawcze w czterech wymiarach: funkcji poznawczych, wykonawczych, globalnych i osobościowo-emocjonalnych. Ich zaburzenia od tych najłagodniejszych do ciężkich można diagnozować dzięki szerokiemu panelowi narzędzi. Wśród nich można wyróżnić między innymi: Skalę Inteligencji Wechslera, test Ravena, AVLT, CVLT lub WCST. W literaturze przedmiotu nie znaleziono prac nad zaburzeniami procesów poznawczych w wymiarze wykonawczym pod wpływem wysiłku wytrzymałościowego. Funkcje wykonawcze to procesy umysłowe wyższego rzędu będące ogniwem między procesami bodźców a reakcją organizmu. Przypisuje się im takie zadania jak: wyznaczanie celu działania, nadzór nad sprawnym i celowym przeprowadzeniem procesów myślowych, inicjowanie reakcji adekwatnie do zamierzonego celu, nadzór nad wykonaniem reakcji, utrzymanie koncentracji, zdolność do zmiany obiektu koncentracji lub schematu działania, myślenie abstrakcyjne, przewidywanie itp. [10].

Celem badań jest ocena przydatności terapii BEMER w procesie odnowy biologicznej i funkcji poznawczych po wysiłku wytrzymałościowym.

2. Materiał badawczy

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 aktualne badania lekarskie, umożliwiające wykonywanie wysiłków fizycznych w III zakresie intensywności i badane cechy w granicach referencyjnych. Badany realizuje zasady dekalogu zdrowego stylu życia, szczególnie w zakresie aktywności fizycznej [5].

3, 4. Metodyka i przedmiot badania

Dla zachowania rzetelności w ocenie skuteczności terapii systemem BEMER, przyjęto że będzie to jedyny element odnowy biologicznej. W metodyce stosowania terapii BEMER kierowano się zaleceniami producenta i dostępnymi publikacjami, które określają czas realnego utrzymywania się skutków terapii na 12-16 godzin [11-14]. 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: 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 lub na lewym i prawym boku.

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. Pomiaru przeprowadzono 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 natychmiast po jej pozyskaniu trafiła do analizy. Przed podjęciem badań dokonano wstępnej oceny przydatności zakresu analizowanych cech, kalibracji narzędzi oraz opracowanej procedury badawczej.

Jako standardowy wysiłek fizyczny obrano pracę o dużej intensywności. Przyjęto za Ulatowskim [15], 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 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 mankiety ciśnieniomierza zakładany był w ostatniej minucie realizowanego obciążenia standardowego.

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: tętno, ciśnienie krwi skurczowe i rozkurczowe oraz wybrane cechy krwi. Pobór krwi zawsze przy wyproście w stawie łokciowym z tętnicy łokciowej lub promieniowej kończyny górnej lewej lub prawej. Pomiaru tętna, ciśnienia tętniczego krwi i wskaźnika SO_2 dokonano kardiomonitorem marki Philips.

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

1. Przed wysiłkiem o 9.30, 10.30: krew, pomiar tętna obwodowego, wielkość skurczowego i rozkurczowego ciśnienia tętniczego krwi, masy i wysokości ciała, o 10.00 test TMT
2. Po wysiłku od 11.30
Okres wczesnej restytucji
 - a. cechy krwi o godz. 11.30, 12.30, 13.30, 15.30.
 - b. SO_2 od zakończenia wysiłku do 11.51 z odczytem co 15 s.
 - c. pomiar tętna obwodowego od zakończenia wysiłku do 11.51 z odczytem co 15 s.
 - d. ciśnienie skurczowe i rozkurczowe krwi od zakończenia wysiłku do 12.50 z odczytem co 10 minut
 - e. test TMT o 12.00

Okres późnej restytucji

- a. cechy krwi, przez kolejne 4 dni o 8.00.
- b. test TMT o godzinie 12.0 w pierwszym dniu po obciążeniu standardowym

Przedmiot badań

Oceny wpływu wysiłku fizycznego i terapii BEMER na szybkość psychomotoryczną (część A testu) i pamięć operacyjną wzrokowo-przestrzenną oraz zdolność przełączania się z jednej kategorii na drugą (część B) dokonano testem łączenia punktów - Trail Making (TMT). Test wymaga prawidłowej koordynacji wzorowo-ruchowej i polega na jak najszybszym połączeniu punktów oznaczonych kolejnymi liczbami i literami. Miarą oceny jest czas w sekundach uzyskany przez badanego w części A i B, a także różnica B-A [9].

Przy wyborze przydatnych w realizacji celu badań wskaźników krwi, kierowano się rekomendacjami Łukaszewskiej i wsp. [16]: Na (sód), K (potas), Ca (wapń), Fe (żelazo), Mg

(magnez), mocznik, mleczały, GOT (aminotransferaza asparaginianowa), GPT (aminotransferaza alaninowa), insulina, kortyzol, WBC (leukocytoza), NEU (neutrofile), NEU% (odsetek neutrofilii), LYM (limfocyty), LYM% (odsetek limfocytów), EOS (eozynofile), EOS% (odsetek eozynofilii), MONO (monocyty), MONO% (odsetek monocytów), BAZO (bazofile), BAZO% (odsetek bazofilii), RBC (liczebność erytrocytów), HCT (wskaźnik hematokrytowy), MCV (wskaźnik średniej objętości krwinki czerwonej), MCH (wskaźnik masy hemoglobiny w krwince czerwonej), MCHC (wskaźnik średniego stężenia hemoglobiny w erytrocytach), RDW (wskaźnik rozrzutu zmierzonej objętości poszczególnych krwinek czerwonych wokół wartości średniej), PLT (wskaźnik płytek krwi w mm^3 krwi), MPV (objętość płytek krwi), PCT (wielkość prokalcytoniny), PDW (wskaźnik anizocytozy płytek krwi), pH (skala kwasowości i zasadowości krwi), PCO_2 (ciśnienie parcjalne dwutlenku węgla), PO_2 (ciśnienie parcjalne tlenu), BB (zasady buforujące osocze), BE (niedobór/ nadmiar zasad), BE_{act} (aktualny nadmiar zasad), CHCO_3 (stężenie jonów wodorowęglowych), SO_2 (c) (wysycenie tlenem), HGB (stężenie hemoglobiny), tHb (hemoglobina całkowita), O_2Hb (oksyhemoglobina), COHb (hemoglobina tlenowęglowa), HHb (dezoksyhemoglobina), MeHb (methemoglobina). Rejestrowano także: ciśnienie krwi skurczowe i rozkurczowe, wysycenie krwi tlenem, wielkość tętna, temperatura ciała i ciśnienie atmosferyczne.

5. Analiza statystyczna

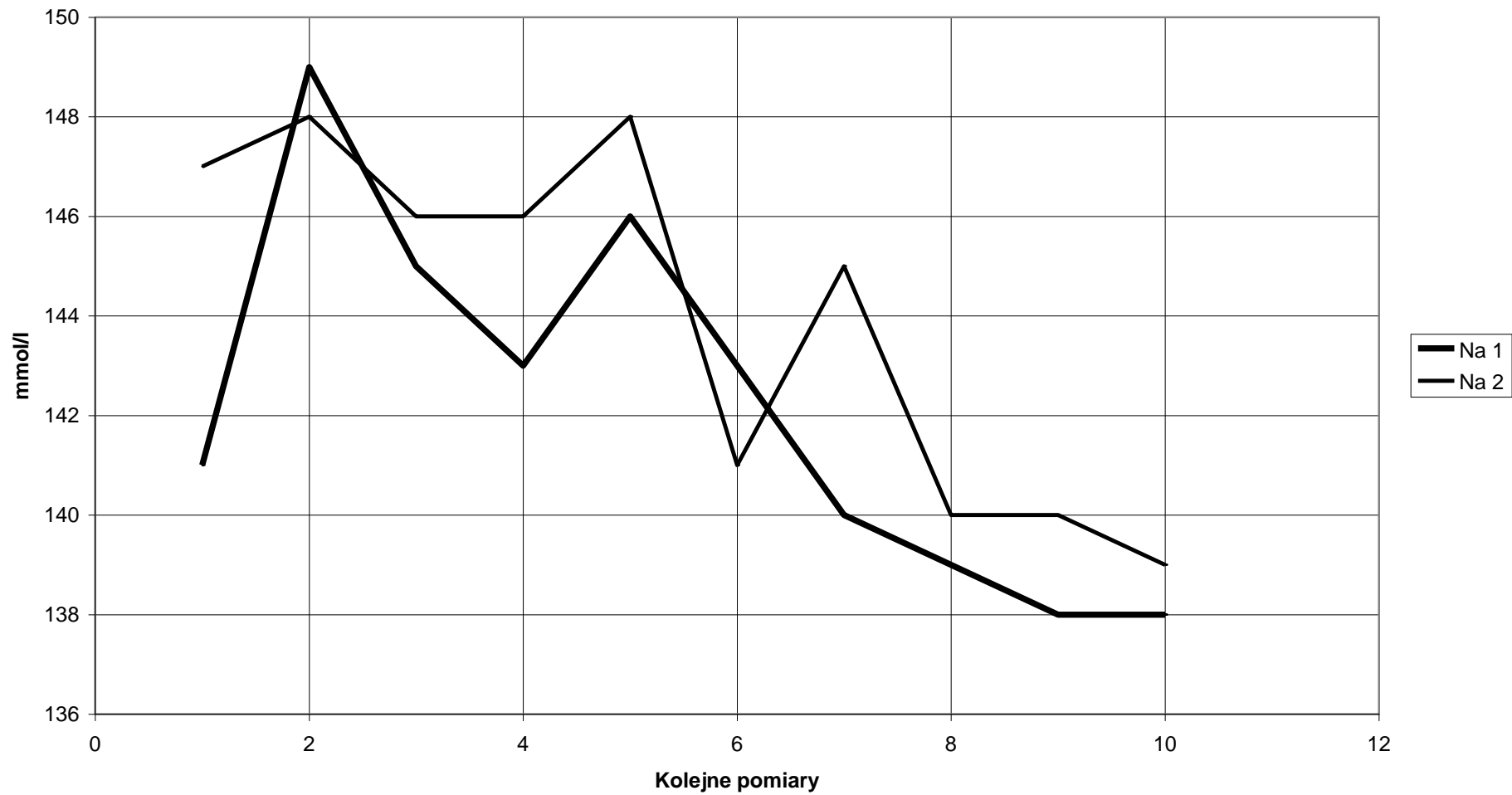
Z uwagi na to, że badania przeprowadzono na jednej osobie, zastosowane metody statystyczne obejmowały: wyliczenie średniej wielkości ciśnienia skurczowego i rozkurczowego oraz różnic między uzyskanymi wynikami z pierwszej i drugiej edycji badań analizowanych wskaźników krwi. Wybrane cechy dla uchwycenia ich zmian w przebiegu wielkości i odsetka przedstawiono na rycinach.

6. Uzyskane wyniki

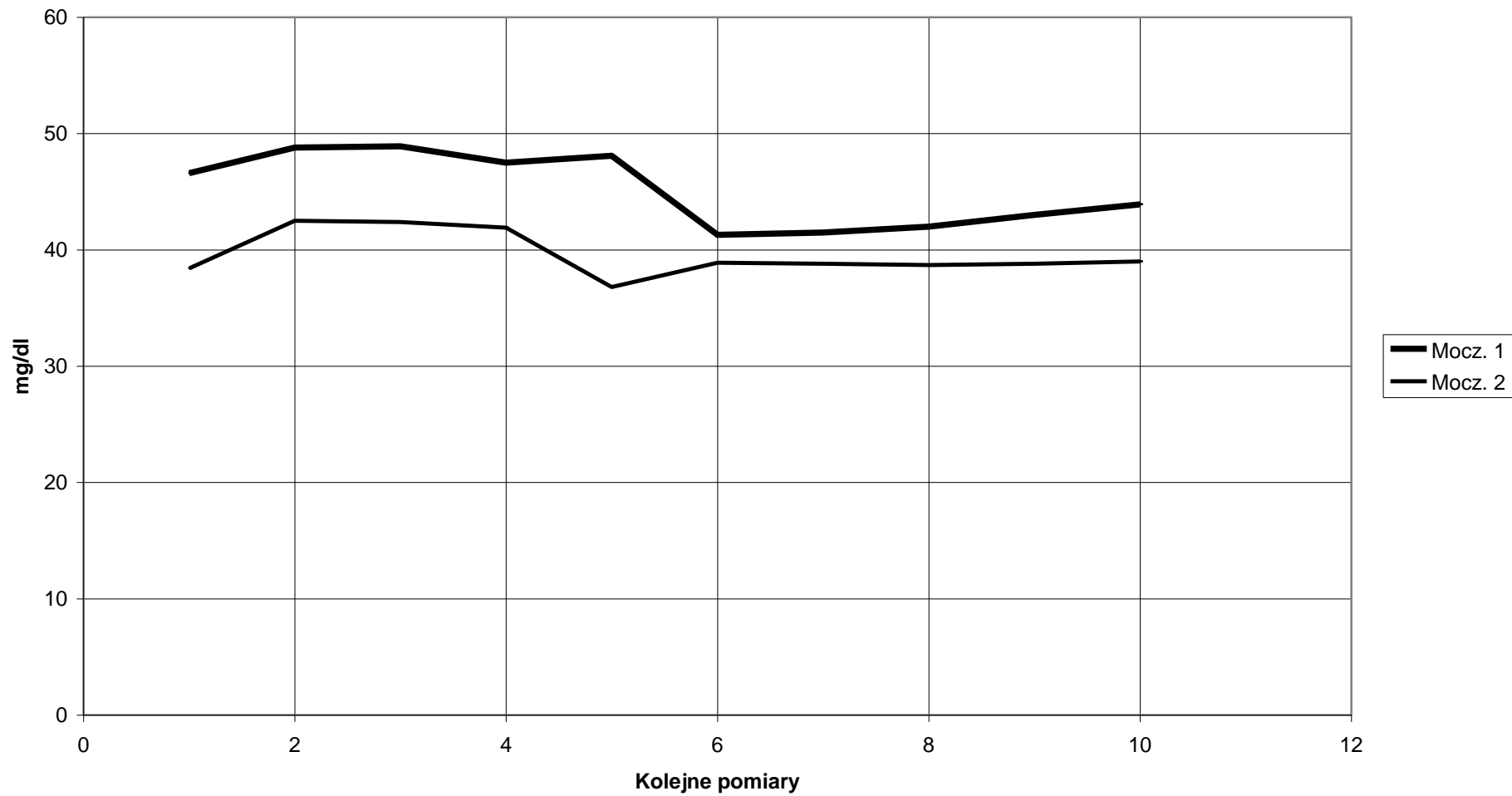
Wielkość sodu we krwi w pierwszej edycji pomiarów gwałtownie zwiększa się do momentu realizacji wysiłku wytrzymałościowego, następnie spada wraz z jego rozpoczęciem, i w trakcie pierwszej godziny po jego zakończeniu. W drugiej godzinie zwiększa się, a w kolejnych 55 sukcesywnie obniża do wielkości mniejszej niż spoczynkowa. Druga edycja pomiarów wykazała wyższy wejściowy poziom sodu oraz mniejszą tendencję spadkową w pierwszych dwóch godzinach po zakończeniu pracy, w kolejnych dwóch obniżenie wielkości sodu znacznie spada, rośnie w dalszych 17 i ponownie obniża się w następnych 36 godzinach. Po upływie 57 godzin wielkość sodu w obu edycjach jest mniejsza od poziomu sprzed podjęcia pracy, rys. 1. Wielkość mocznika we krwi w pierwszej edycji badań stopniowo

zwiększała się od pomiarów przed podjęciem pracy do jej zakończenia. W pierwszych 2 godzinach wczesnej fazy restytucji jego poziom z nieznacznymi wahaniami obniża się, a w kolejnych 2 godzinach istotnie spada. W kolejnych 43 godzinach późnej odnowy stopniowo rośnie. Wielkość mocznika we krwi w drugiej edycji pomiarów była mniejsza w całym okresie restytucji niż w pierwszej. Jego poziom wzrastał do rozpoczęcia obciążenia fizycznego, a w czasie pracy i 2 pierwszych godzina wczesnej odnowy obniżał się. W kolejnych 2 godzinach wielkość mocznika nieistotnie wzrosła i dalej przez 53 godziny utrzymywał się na zbliżonym poziomie do wielkości początkowej, rys. 2. Wielkość mleczanów we krwi podczas drugiej edycji pomiarów była nieistotnie większa przed podjęciem pracy. Szybciej i do niższych wielkości spadał jej poziom w ciągu godziny od zakończenia pracy, ale przez kolejne 20 godzin ich poziom rósł do wielkości większych niż w pierwszej edycji badań, po czym nieistotnie się obniżył. Po upływie 57 godzin jego wielkość w pierwszej edycji jest nieistotnie większa w stosunku do wyjściowej sprzed podjęcia pracy, w drugiej nieistotnie mniejsza, ryc. 3. Aktywność aminotransferazy asparaginianowej po zakończonej pracy w pierwszej edycji pomiarów sukcesywnie spada przez 57 godzin tzn. przez okres wczesnej i późnej odnowy. Natomiast w drugiej edycji jej aktywność rośnie przez 21 godzin i gwałtownie spada w kolejnych 36 godzinach do wielkości

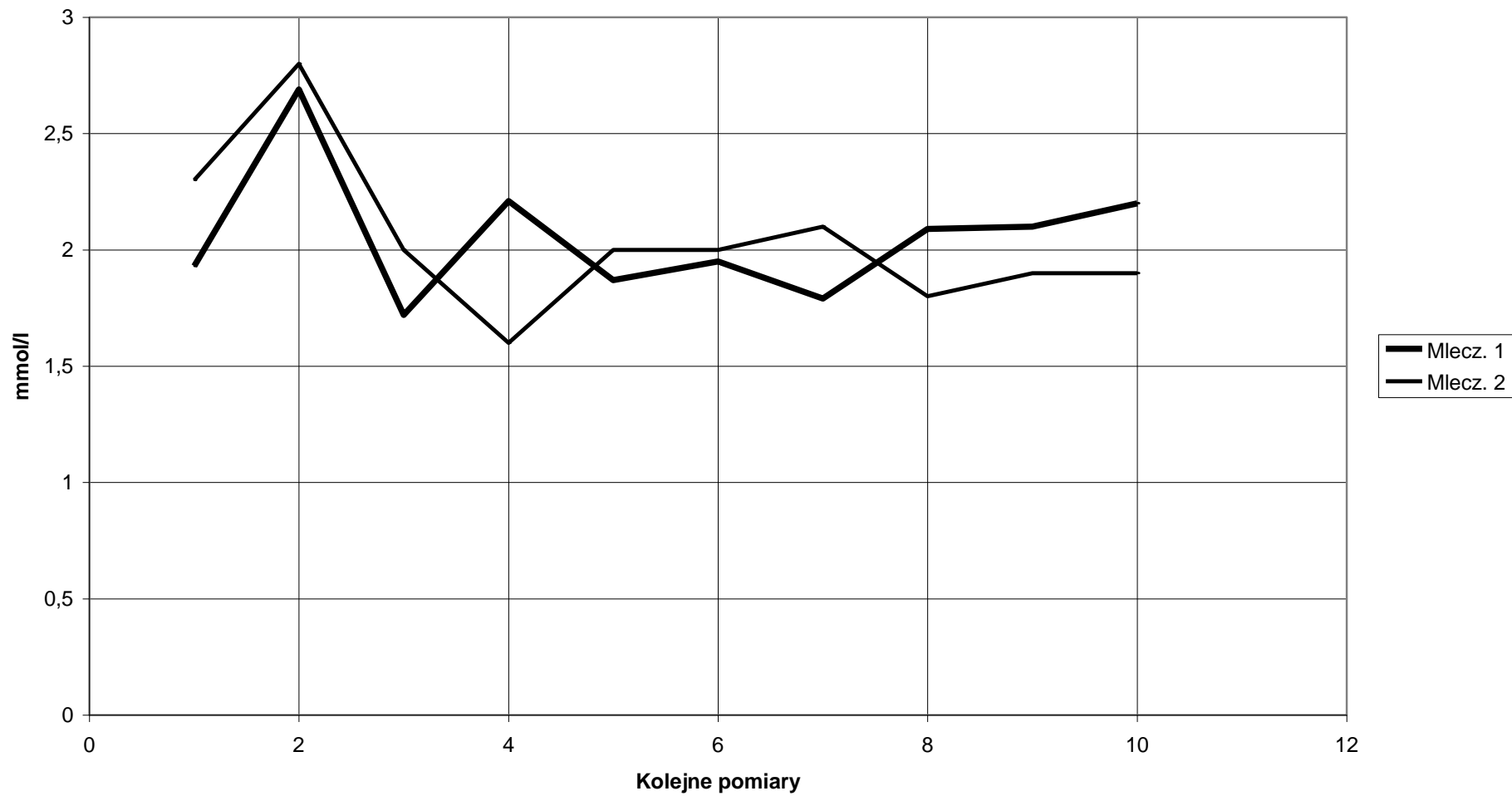
Ryc. 1. Wielkość Na we krwi przed i po obciążeniu standardowym w pierwszej i drugiej edycji badań (n) 1



Ryc. 2. Wielkość mocznika we krwi przed i po obciążeniu standardowym w pierwszej i drugiej edycji badań (n) 1



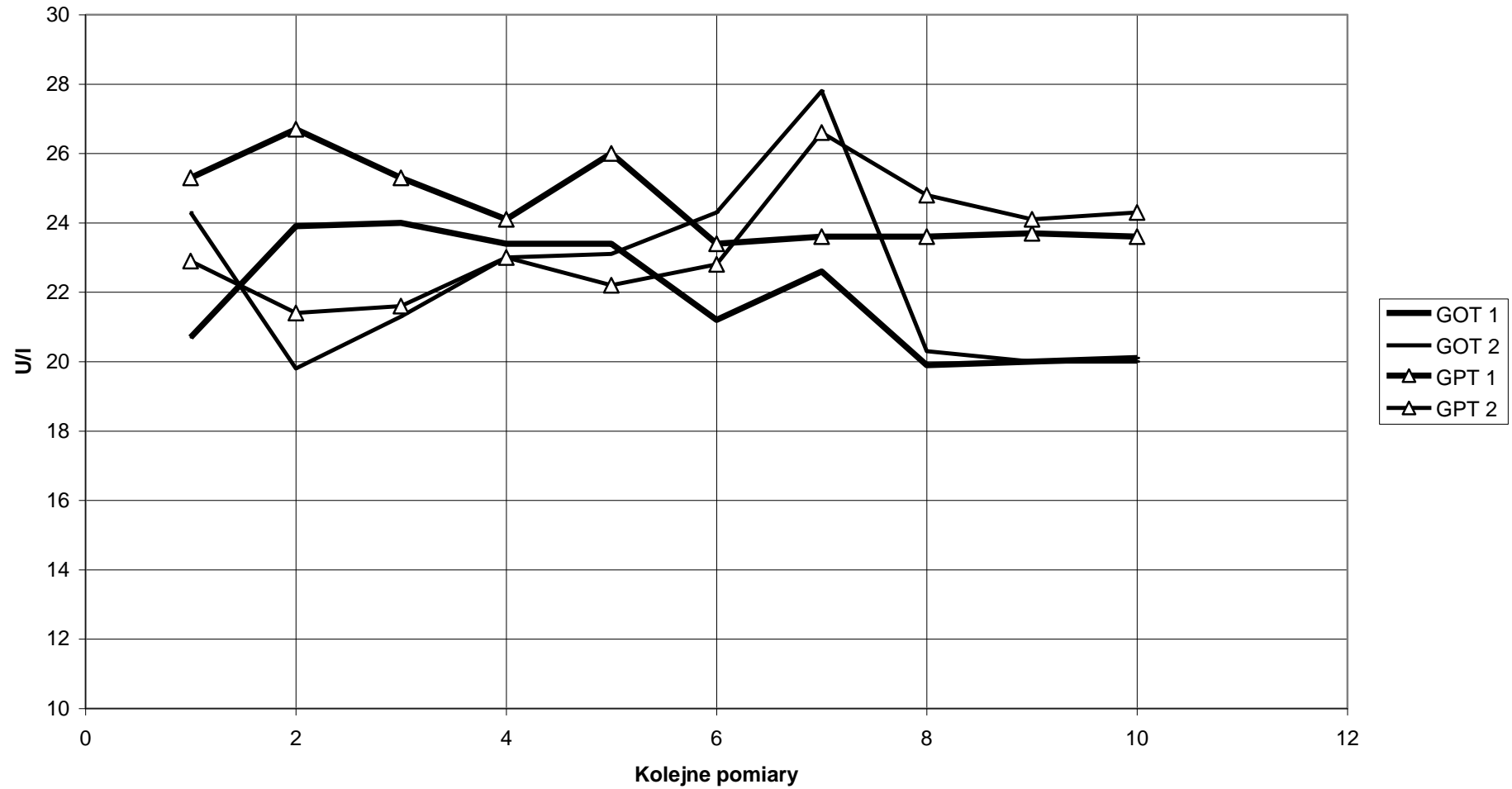
Ryc. 3. Wielkość mleczanów we krwi przed i po obciążeniu standardowym w pierwszej i drugiej edycji badań (n) 1



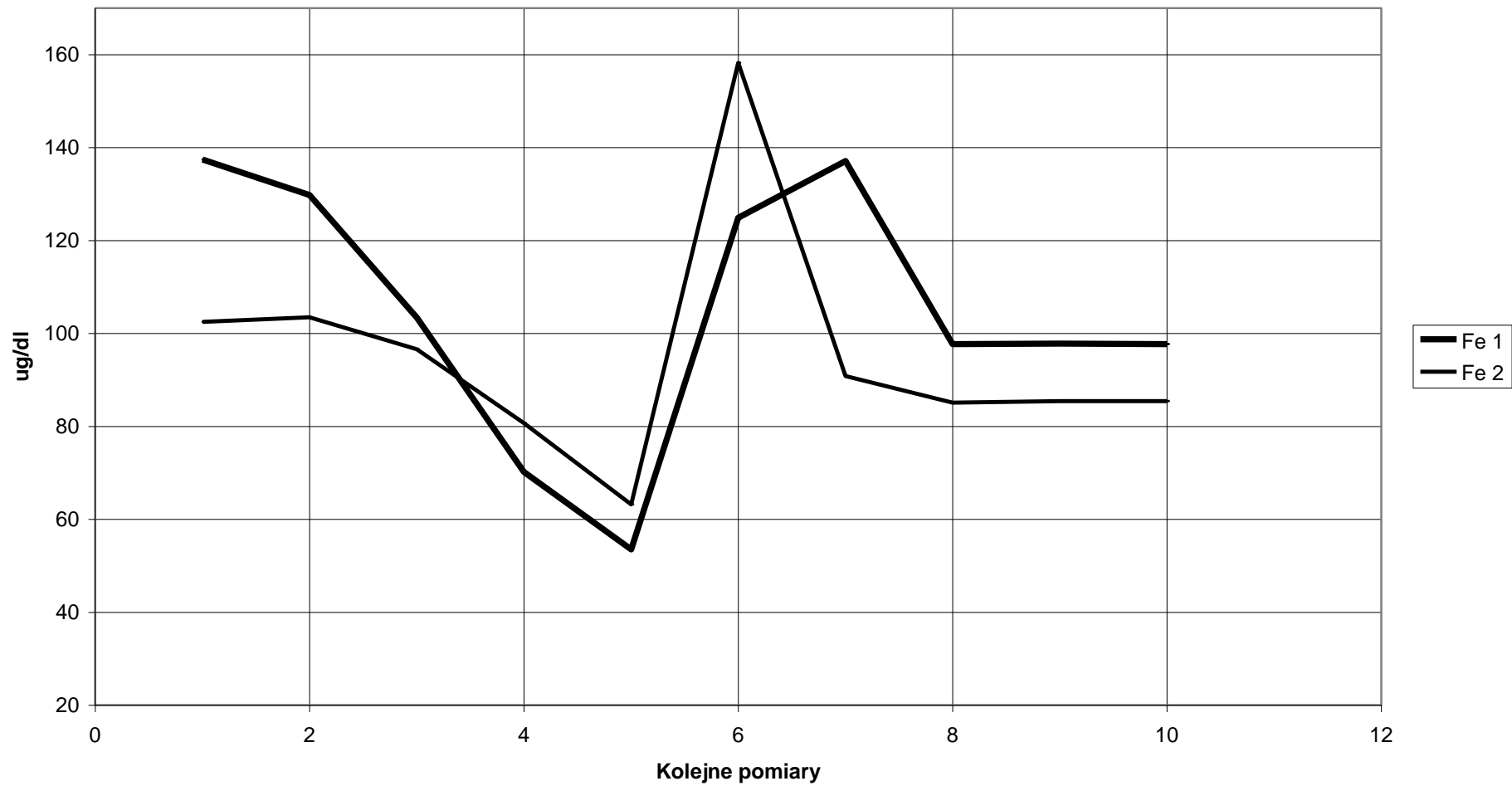
bardzo zbliżonej z pierwszego badania. Po upływie 57 godzin jej aktywność w pierwszej edycji jest zbliżona do wyjściowej z przed podjęcia pracy, w drugiej istotnie mniejsza.

Aminotransferaza alaninowa po zakończonej pracy w pierwszej edycji pomiarów spada przez pierwszą godzinę, przez kolejną rośnie i dalej przez 55 godzin obniża swoją aktywność, utrzymując ją na stałym poziomie. Natomiast w drugiej edycji jej aktywność rośnie przez 21 godzin i spada przez kolejne 36 godzin do aktywności bardzo zbliżonej z pierwszego badania. Po upływie 57 godzin jej aktywność w pierwszej i drugiej edycji jest nieistotnie mniejsza w stosunku do wyjściowej sprzed podjęcia pracy, ryc. 4. Wielkość żelaza we krwi po zakończonej pracy w pierwszym badaniu przez pierwsze 2 godziny wykazuje istotną tendencję spadkową, w kolejnych 19 godzinach jego poziom rośnie, by w dalszych 24 godzinach obniżyć się. W drugiej edycji pomiarów poziom żelaza spada i rośnie podobnie, ale przyjmuje nieci większe wielkości. Natomiast w ostatnich 53 godzinach jego poziom jest mniejszy niż w pierwszym badaniu. Po upływie 57 godzin jego wielkość w pierwszej i drugiej edycji jest istotnie mniejsza w stosunku do wyjściowej sprzed podjęcia pracy, ryc. 5. Wielkość kortyzolu w surowicy po zakończonej pracy w pierwszej edycji pomiarów utrzymuje się przez kolejną godzinę na podobnym poziomie, po czym gwałtownie rośnie przez kolejne 3 godziny i dalej przez kolejne 53 utrzymuje się na stałym poziomie, przyjmując wielkość istotnie większą od wyjściowej. W drugiej edycji po zakończonej pracy przez 1 godzinę istotnie rośnie, w kolejnej spada i przez dalsze 19 godzin zwiększa się, aby w kolejnych 36 utrzymać stały poziom, przyjmując wielkość istotnie większą od wyjściowej. Wielkość insuliny we krwi po zakończonej pracy w obu edycjach przyjmuje podobny rozkład wielkości przez kolejnych 21 godzin, choć w drugiej godzinie w obu edycjach następuje jej gwałtowny wzrost, przy czym w drugiej edycji istotnie większy. W pierwszej edycji wielkość insuliny przez kolejne 36 godzin zmniejsza się, w drugim obniża, zbliżając się do wielkości wyjściowej. Po upływie 57 godzin jej wielkość w pierwszej edycji jest większa w stosunku do wyjściowej, ryc. 6. Odsetek MONO w pierwszej edycji badań zmniejsza się od wielkości wyjściowej do zakończenia pierwszej godziny po zaprzestaniu pracy wytrzymałościowej. W fazie odnowy wczesnej i początkowej późnej tzn. w czasie 20 godzin od zakończenia wysiłku odsetek zwiększa się, poczym w kolejnych 36 godzinach obniża się, przyjmując wielkość zbliżoną do wyjściowej. W drugiej edycji pomiarów rozkład wielkości odsetka jest podobny, przy czym największe zmniejszenie przypada na czas zaprzestania pracy. W kolejnych 21 godzinach zachodzi duży wzrost odsetka, dalszych 36 obniżenie do wielkości początkowej, ryc. 7. Ilość EOS w pierwszej edycji pomiarów przez pierwsze 2 godziny rośnie, po czym w czasie kolejnych 55 sukcesywnie obniża się do wielkości mniejszej niż wyjściowa. W drugiej

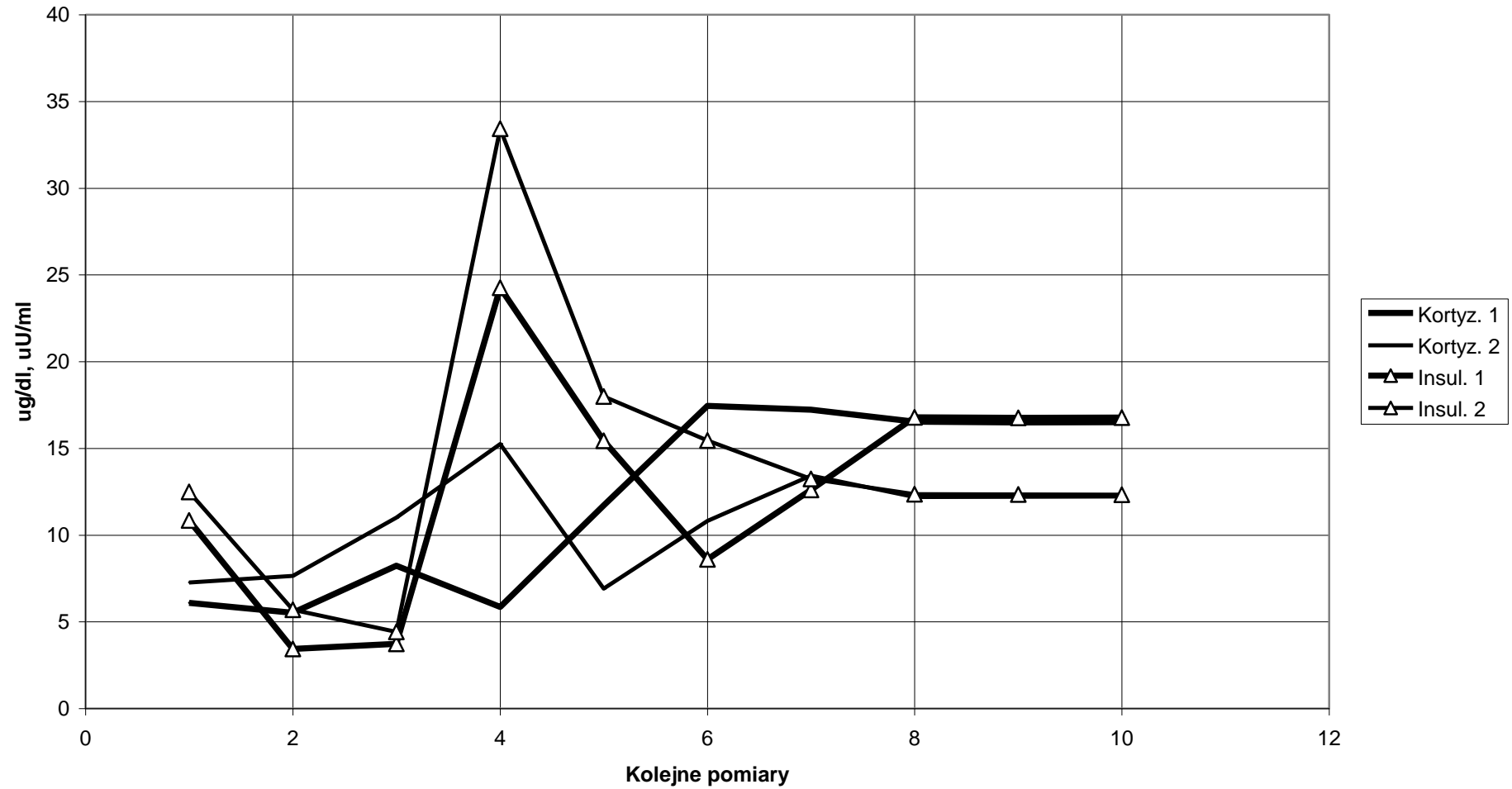
Ryc. 4. Aktywność GOT, GPT we krwi przed i po obciążeniu standardowym w pierwszej i drugiej edycji badań (n) 1



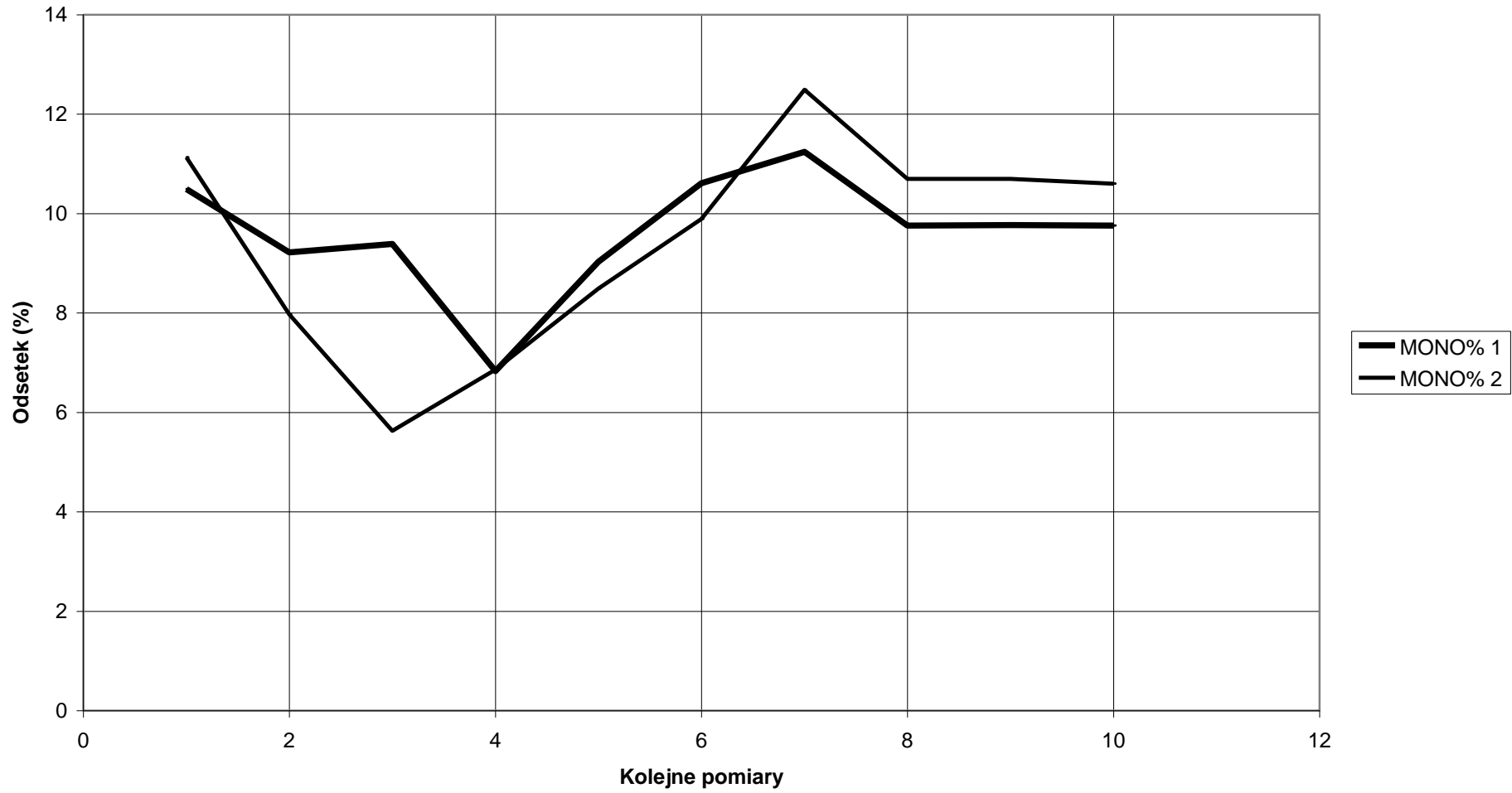
Ryc. 5. Wielkość Fe we krwi przed i po obciążeniu standardowym w pierwszej i drugiej edycji pomiarów (n) 1



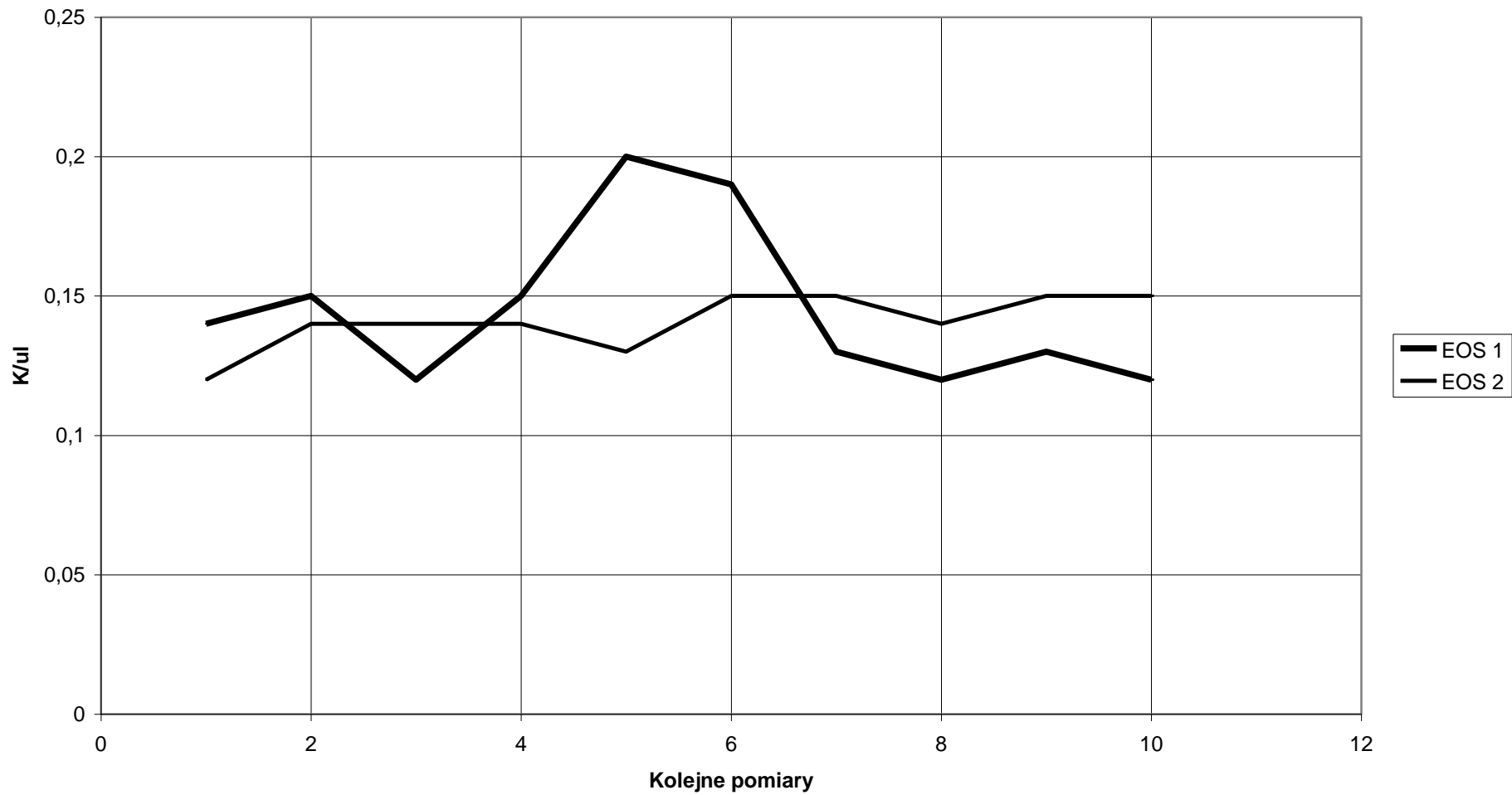
Ryc. 6. Wielkość kortyzolu w surowicy i insuliny we krwi przed i po obciążeniu standardowym w pierwszej i drugiej edycji pomiarów (n) 1



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

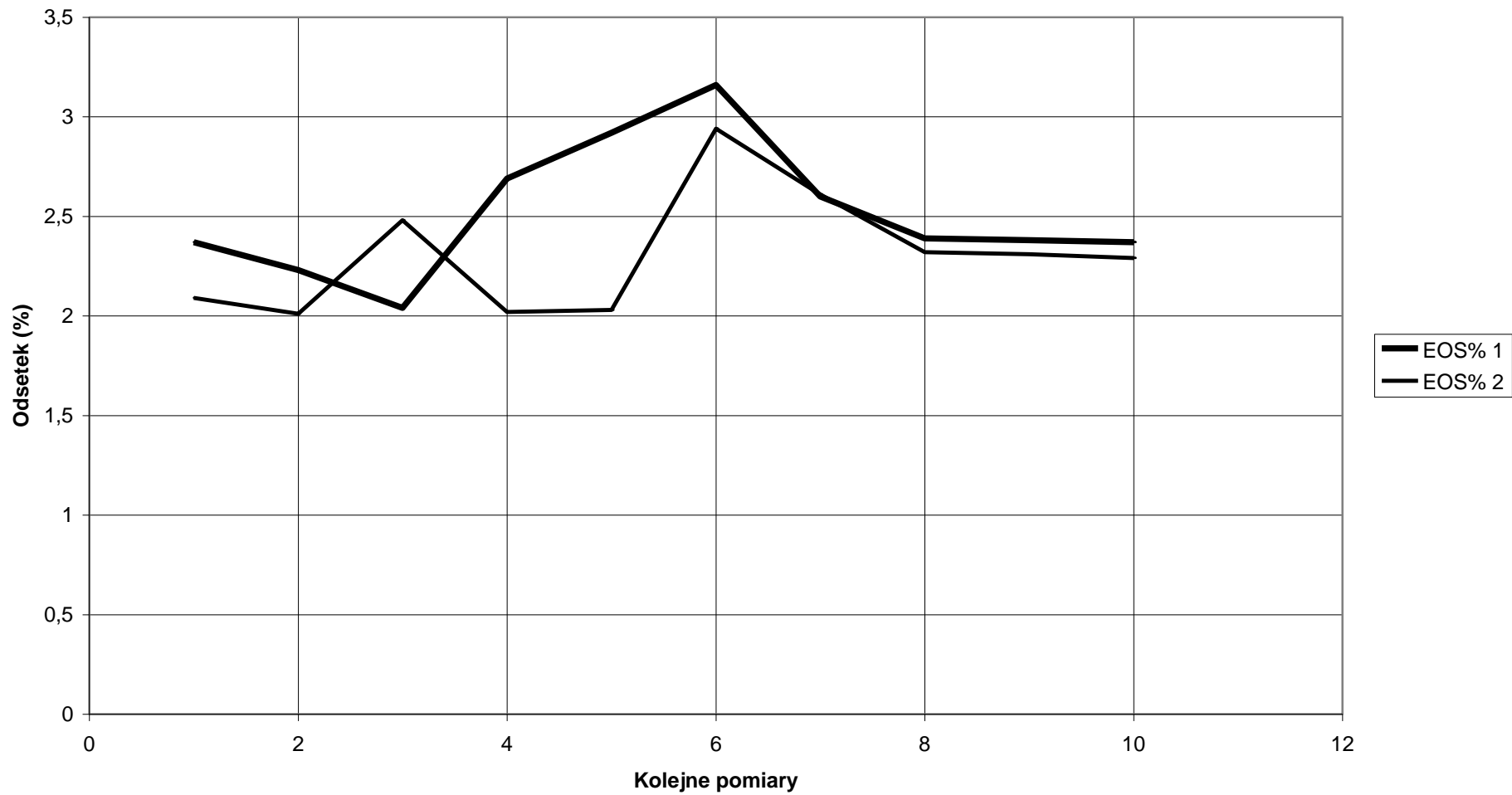


Ryc. 8. Wielkość EOS we krwi przed i po obciążeniu standardowym w pierwszej i drugiej edycji pomiarów (n) 1

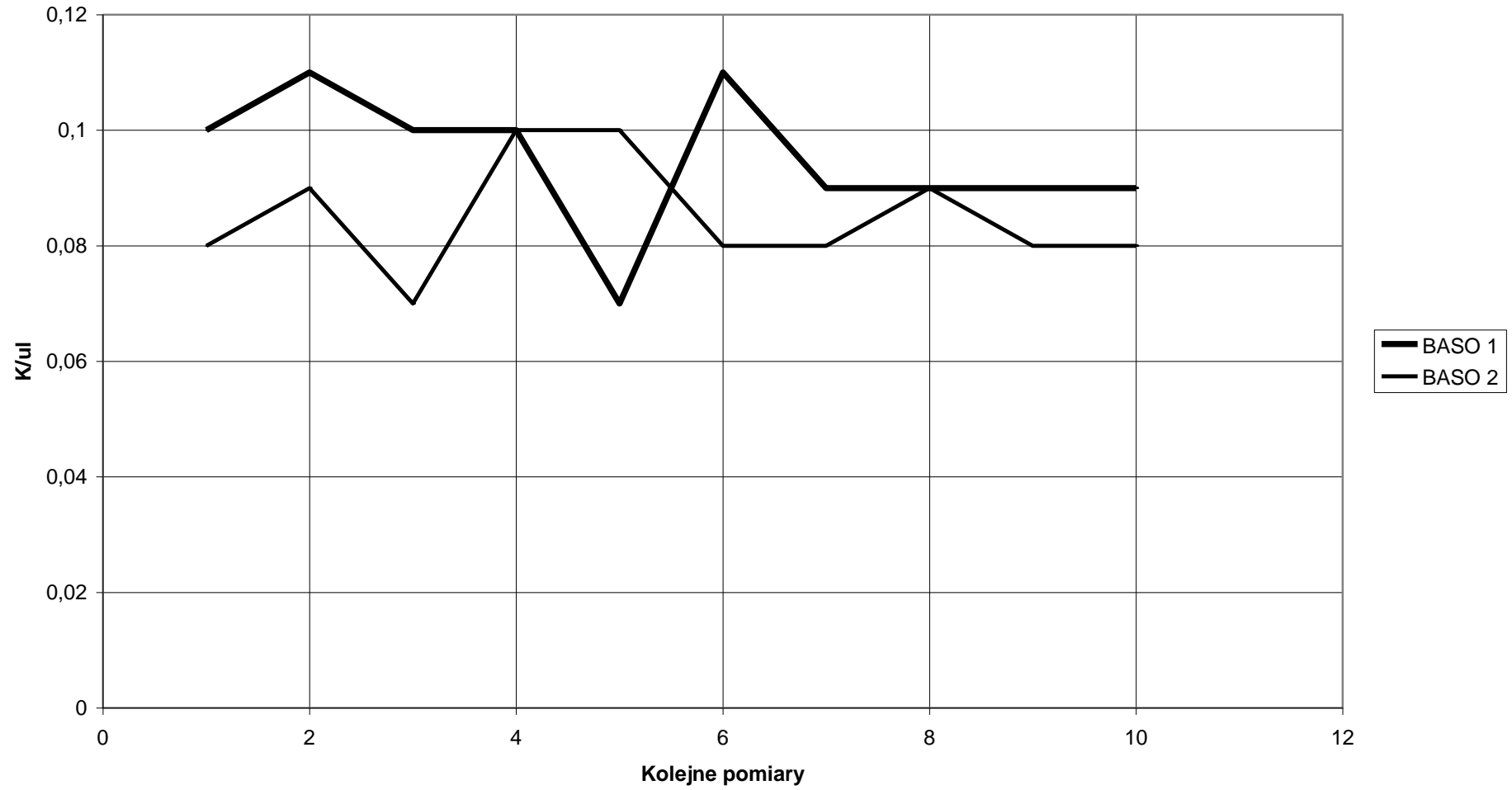


edycji ilość EOS sukcesywnie rośnie od zakończenia pracy przez kolejne 57 godzin, przyjmując wielkość większą od początkowej, ryc. 8. Odsetek EOS we krwi w pierwszej edycji badań i przez pierwsze 4 godziny wczesnej odnowy gwałtownie zwiększa się, dalej przez kolejne 52 sukcesywnie obniża. Natomiast w drugiej edycji przez pierwsze 2 godziny wczesnej odnowy obniża się, by w kolejnych 19 zwiększyć, dalej w 24 godzinach utrzymuje się na stałym nieznacznie niższym poziomie, podobnie jak w pierwszej edycji badań. Po upływie 57 godzin odsetek w pierwszej edycji jest zbliżony do wyjściowej, w drugiej jest większy ryc. 9. Wielkość BASO we krwi w pierwszej edycji zmniejsza się od chwili rozpoczęcia wysiłku do końca drugiej godziny po jego zakończeniu, w kolejnych dwóch zwiększa się i dalej obniża przez kolejne 36 godzin do wielkości mniejszej niż początkowa. W drugiej edycji pomiarów wielkości badanej cechy są mniejsze do zakończenia pracy, a w kolejnych 45 godzinach zachodzi obniżenie do wielkości początkowej, ryc. 10. Odsetek BASO w pierwszej edycji i pierwszej godzinie wczesnej restytucji zwiększa się, w następnej obniża się, po czym przez kolejne 55 godzin zwiększa, przyjmując ostatecznie wyższy niż początkowy. W drugim od zakończenia pracy przez 57 godzin odsetek tylko zwiększa się, przyjmując większą wartość niż początkowa, ryc. 11. Wielkość RBC w obu edycjach badań ma podobny rozkład przez pierwszych 21 godzin od zakończenia pracy. Przy czym wielkości z drugiego badania są mniejsze od rezultatów pierwszego. W ostatnich 24 godzinach odnowy wielkości drugiego badania przewyższają z pierwszego. O ile wielkość RBC zbliża się do wielkości sprzed podjęcia pracy, to w drugim przyjmuje niższą, ryc. 12. 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 HGB od rozpoczęcia pracy sukcesywnie obniża się przez całe 57 godzin, także zbliżając do wielkości początkowej, ryc. 13. 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 obserwuje się większy odsetek, ale mniejszy od wielkości początkowej, ryc. 14. 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

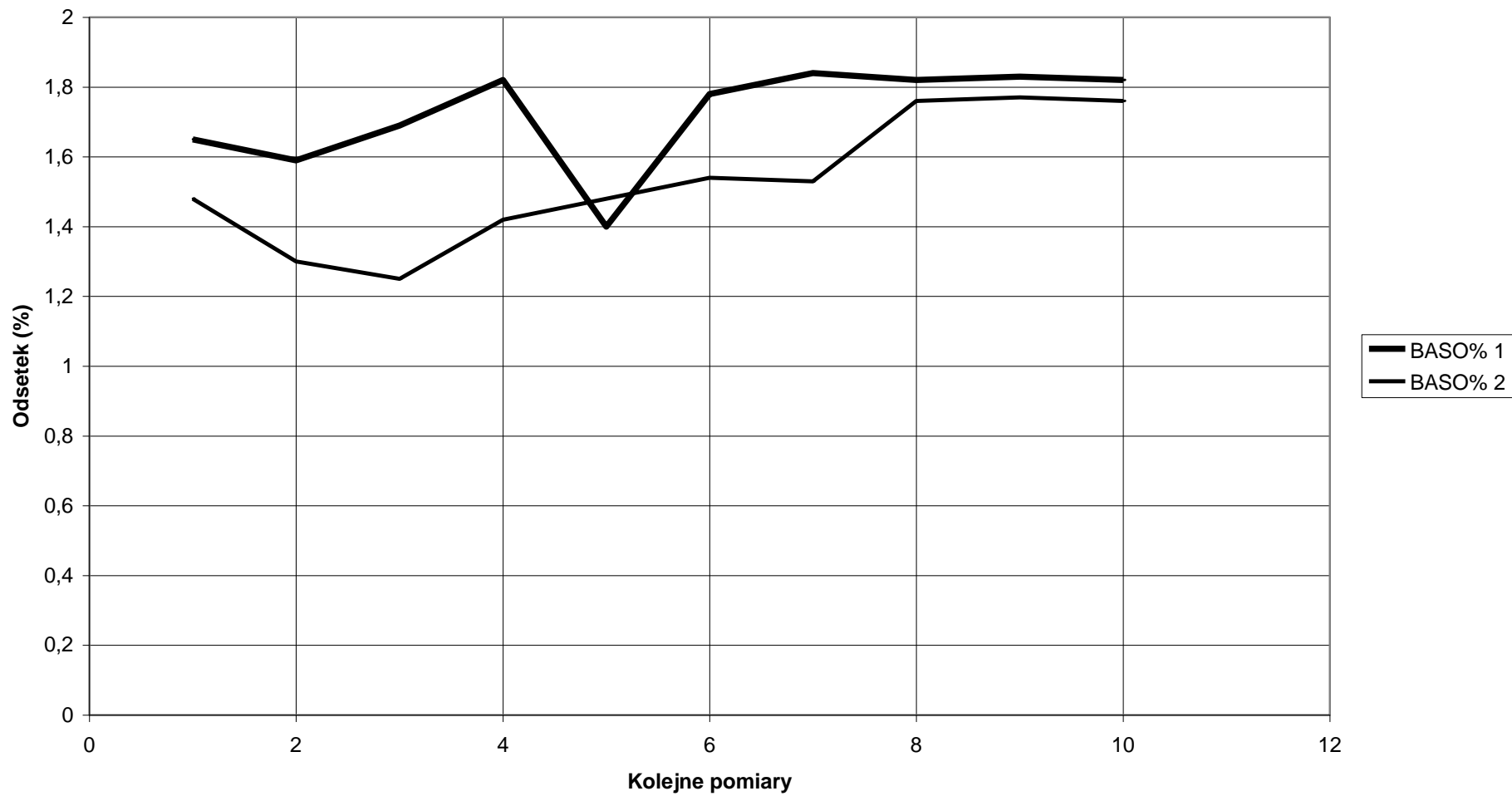
Ryc. 9. Odsetek EOS we krwi przed i po obciążeniu standardowym w pierwszej i drugiej edycji pomiarów (n) 1



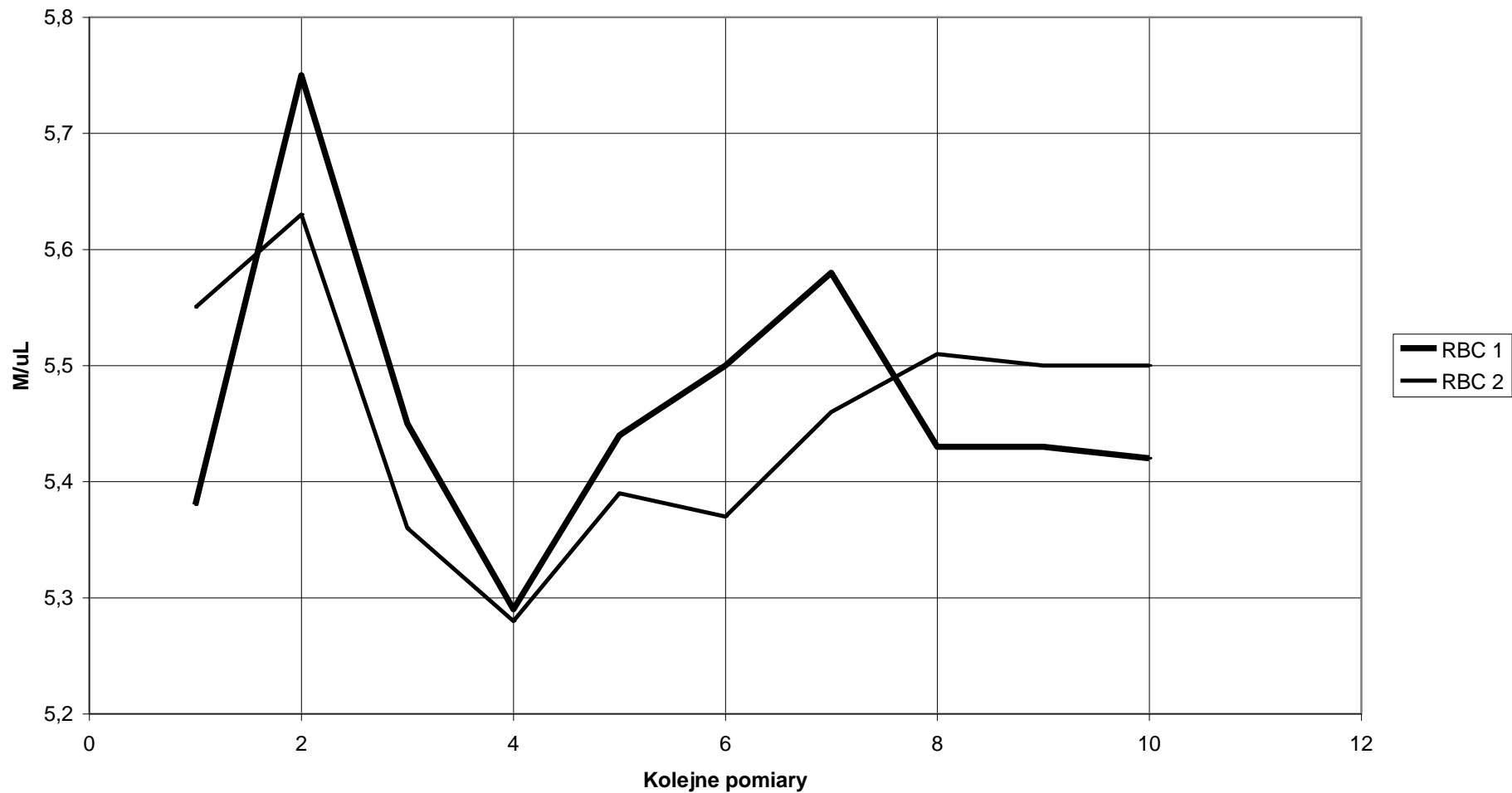
Ryc. 10. Wielkość BASO we krwi przed i po obciążeniu standardowym w pierwszej i drugiej edycji pomiarów (n) 1



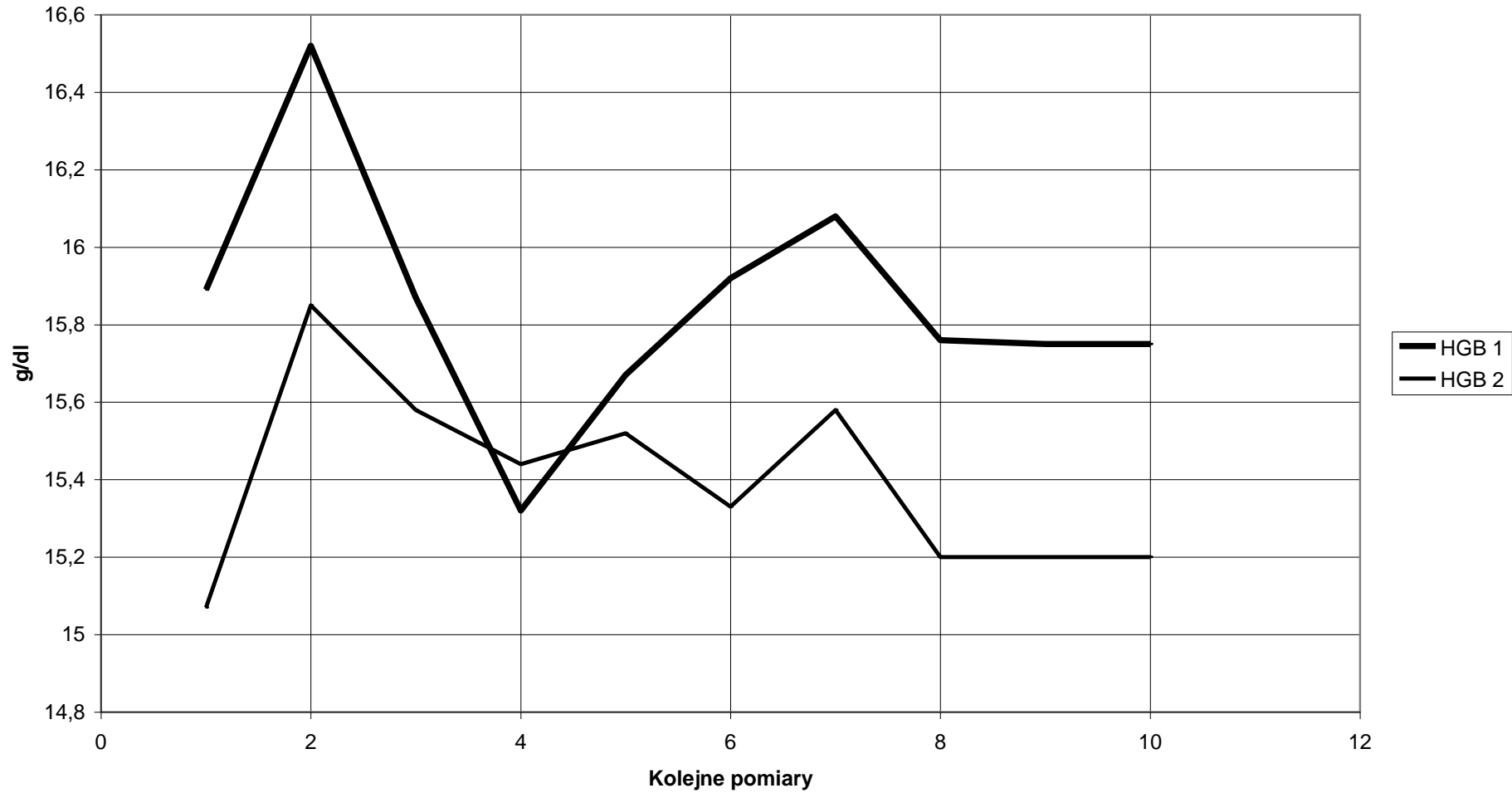
Ryc. 11. Odsetek BASO we krwi przed i po obciążeniu standardowym w pierwszej i drugiej edycji pomiarów (n) 1



Ryc. 12. Wielkość RBC we krwi przed i po obciążeniu standardowym w pierwszej i drugiej edycji pomiarów (n) 1

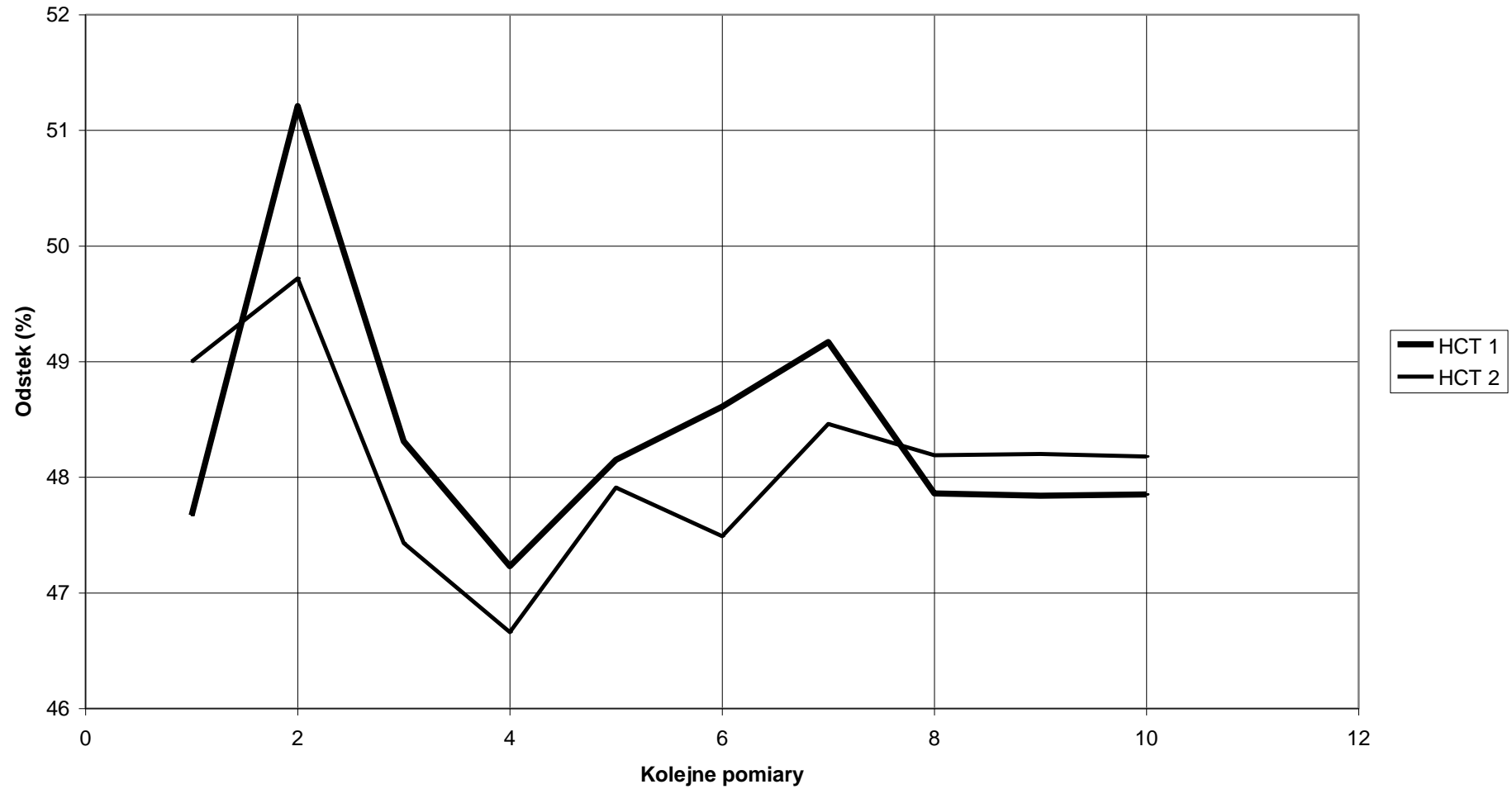


Ryc. 13. Wielkość HGB we krwi przed i po obciążeniu standardowym w pierwszej i drugiej edycji pomiarów (n) 1

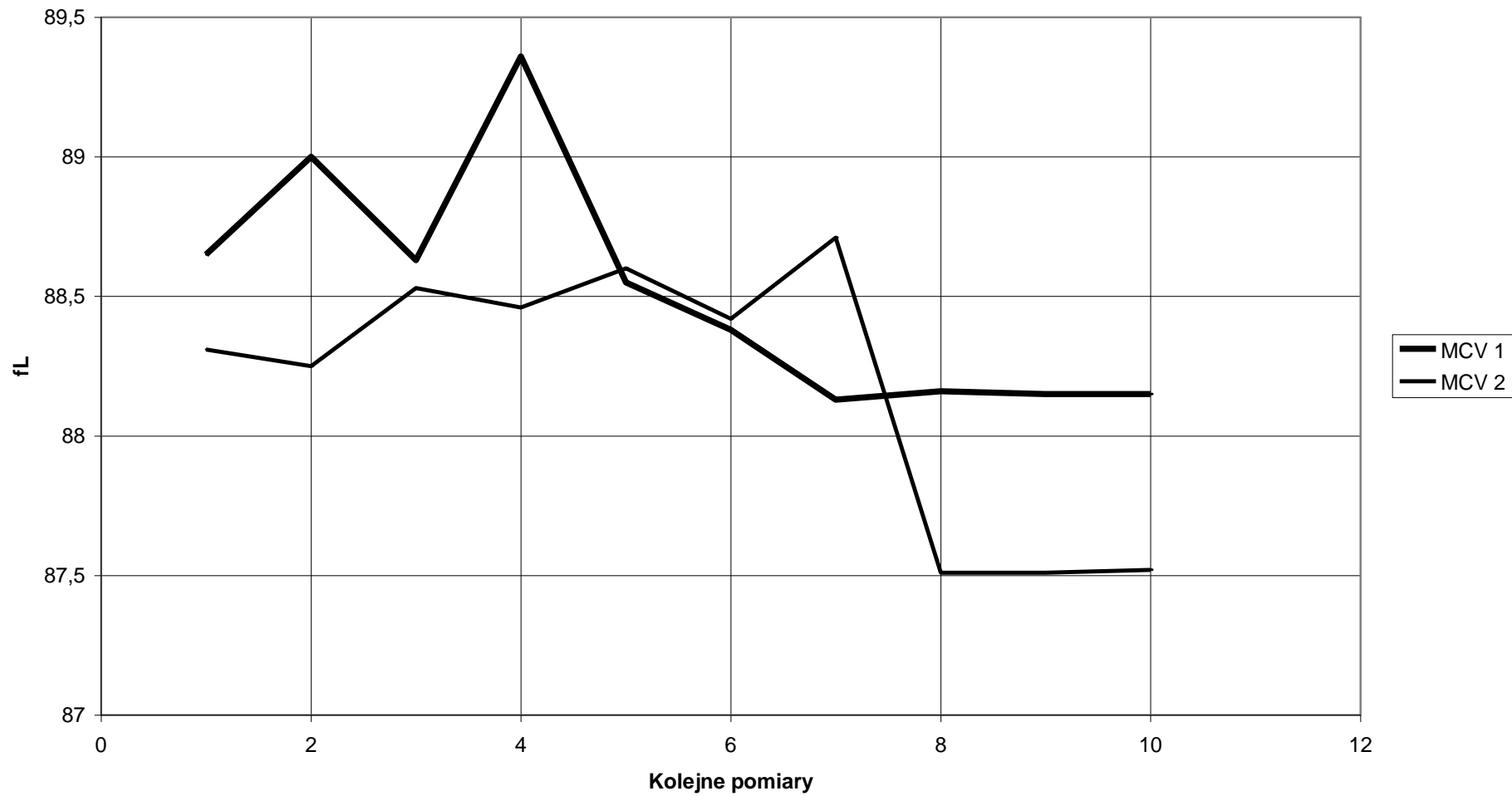


wczesnej restytucji. Następnie w kolejnych 17 godzinach zwiększa się i w dalszych 36 zmniejsza, nie osiągając wielkości początkowej, ryc. 15. Odsetek RDW w pierwszym badaniu gwałtownie zwiększa się od poziomu wyjściowego do rozpoczęcia pracy wytrzymałościowej, po czym z chwilą realizacji obciążenia fizycznego 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. 16. 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. 17. 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. 18. 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. 19. Wielkość pH krwi w obu edycjach pomiarów ma podobny rozkład przez kolejne 45 godzin, przy czym wielkości w drugiej edycji są znacząco mniejsze. Dopiero w ostatnich 12 godzinach, w końcowej fazie późnego okresu odnowy obserwuje się wzrost wielkości w pierwszym badaniu, przy prawie pełnym powrocie do wielkości wyjściowej w drugim, ryc. 20. Wielkość BE we krwi w obu edycjach pomiarów ma podobny rozkład przez kolejne 31 godzin. Dopiero w dalszych 26 godzinach obserwuje się w pierwszym badaniu zmniejszenie

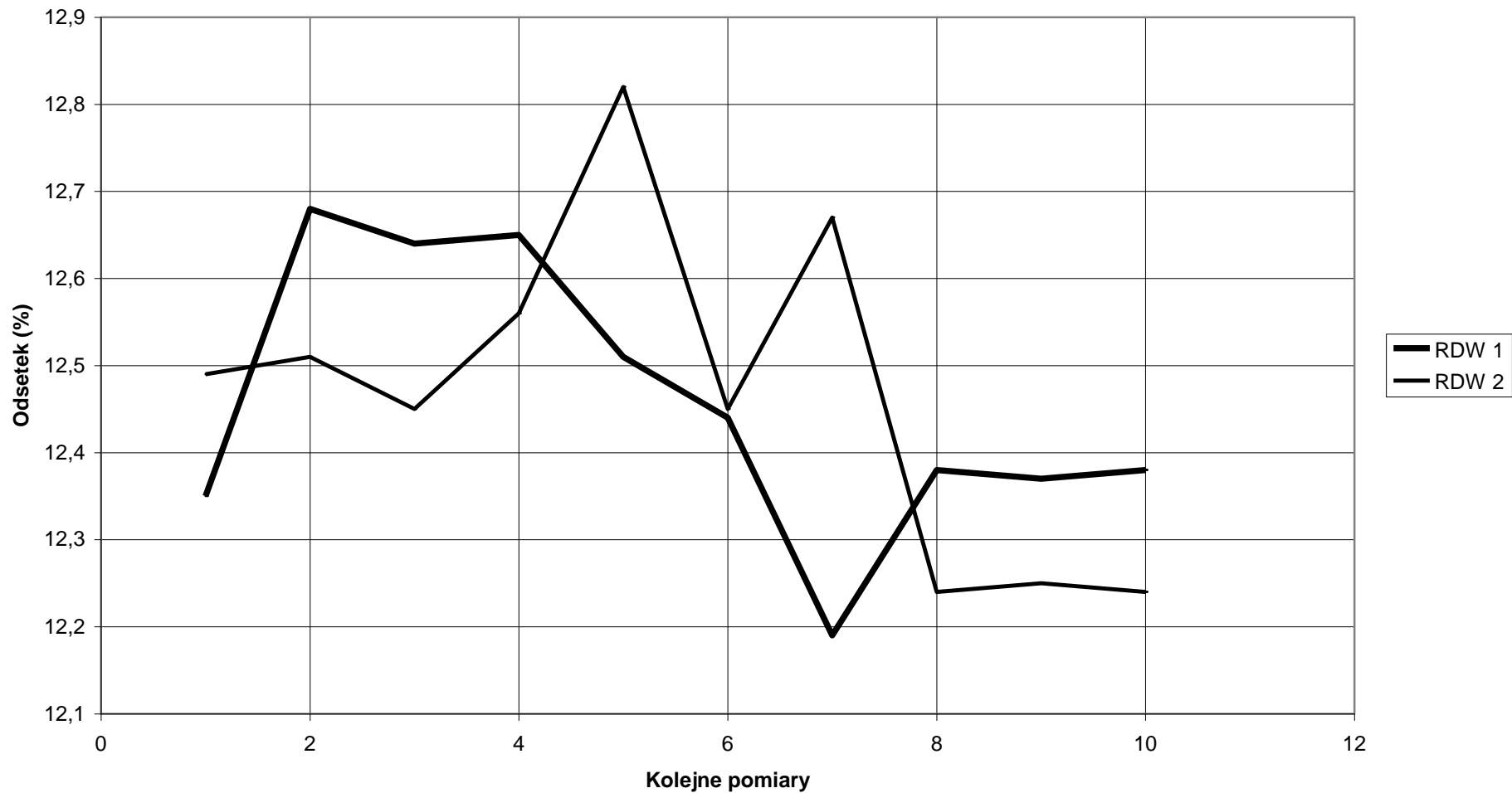
Ryc. 14. Odsetek HCT we krwi przed i po obciążeniu standardowym w pierwszej i drugiej edycji pomiarów (n) 1



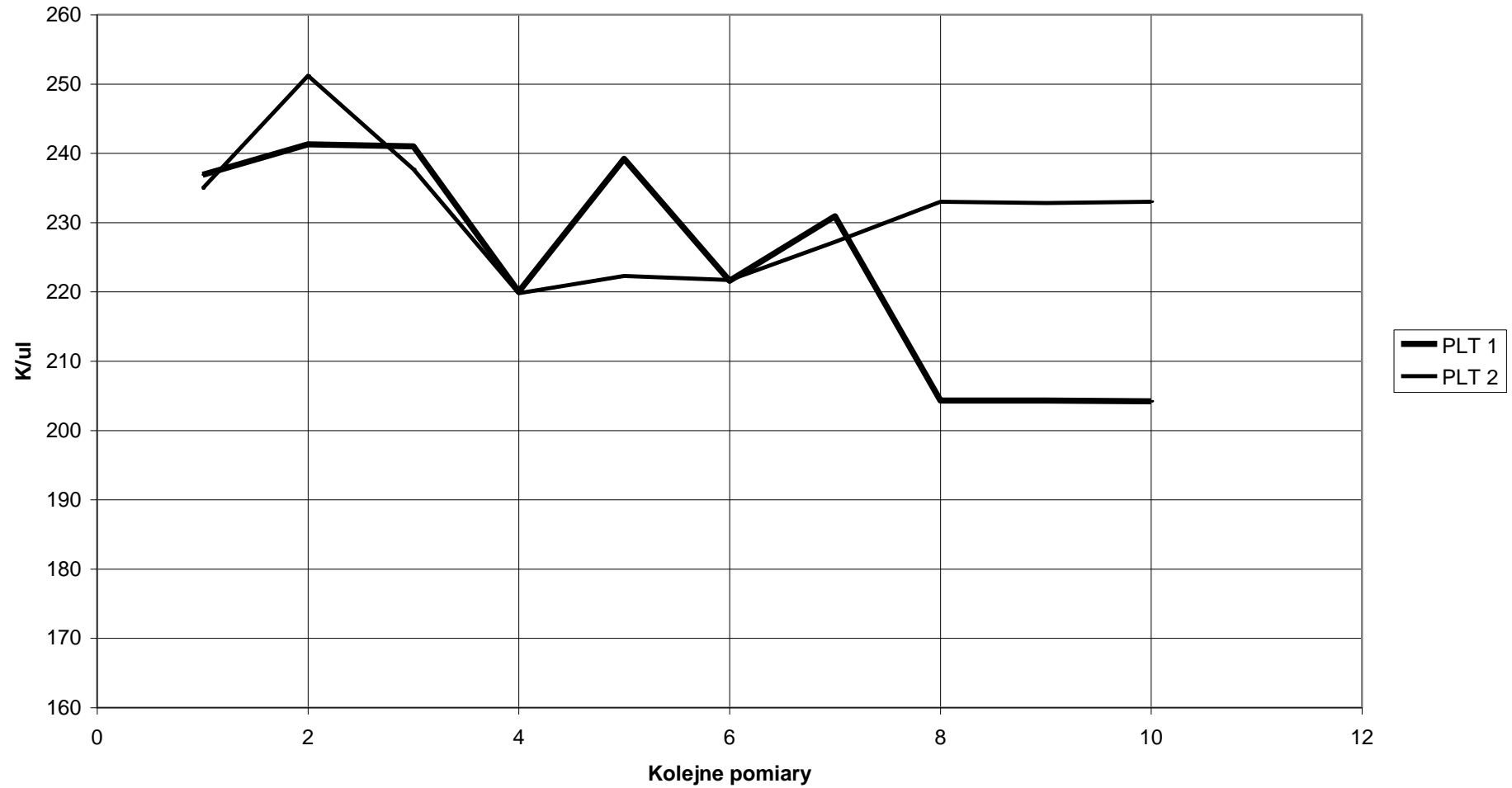
Ryc. 15. Wielkość MCV we krwi przed i po obciążeniu standardowym w pierwszej i drugiej edycji pomiarów (n) 1



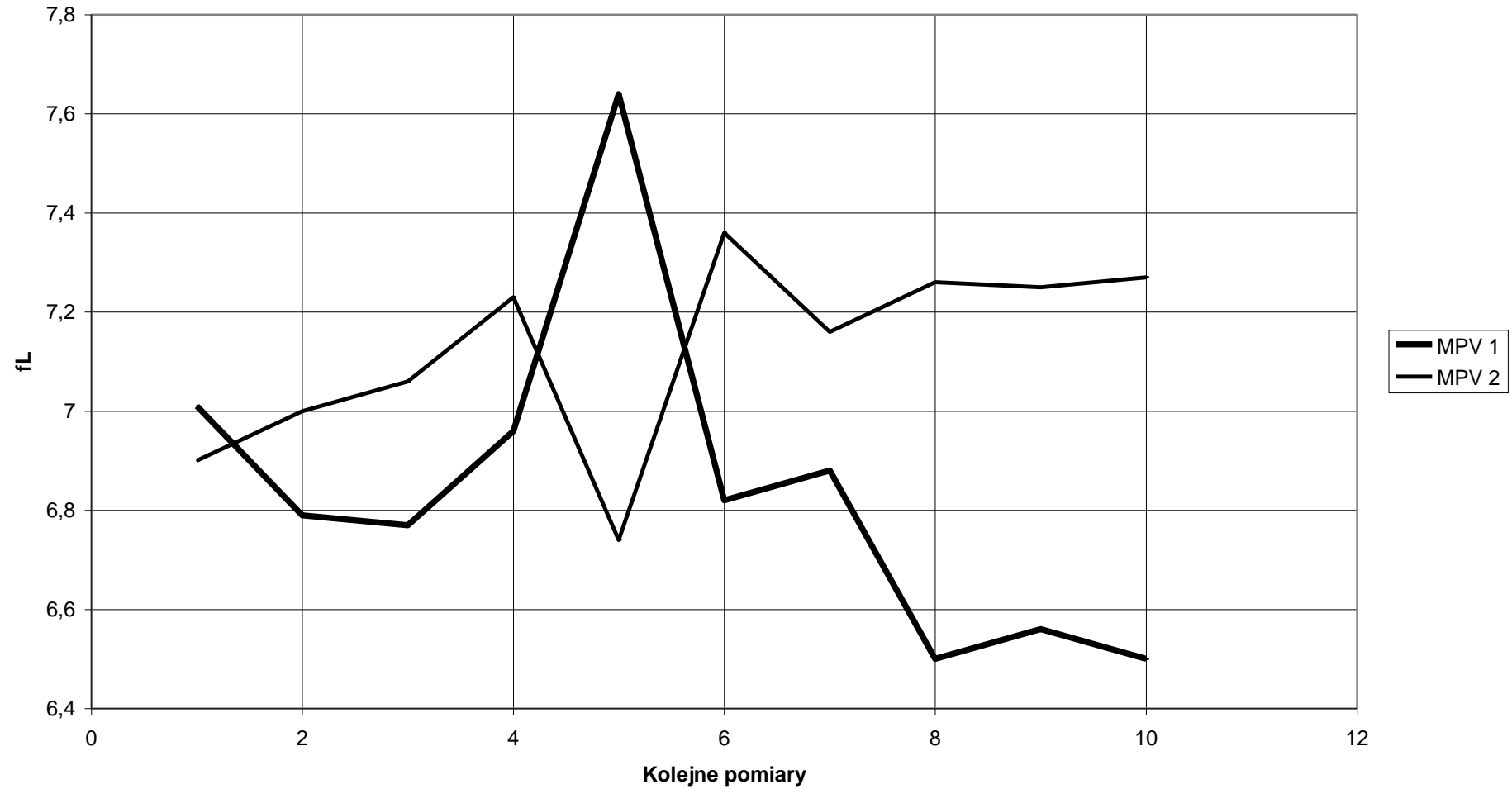
Ryc. 16. Odsetek RDW we krwi przed i po obciążeniu standardowym w pierwszej i drugiej edycji pomiarów (n) 1



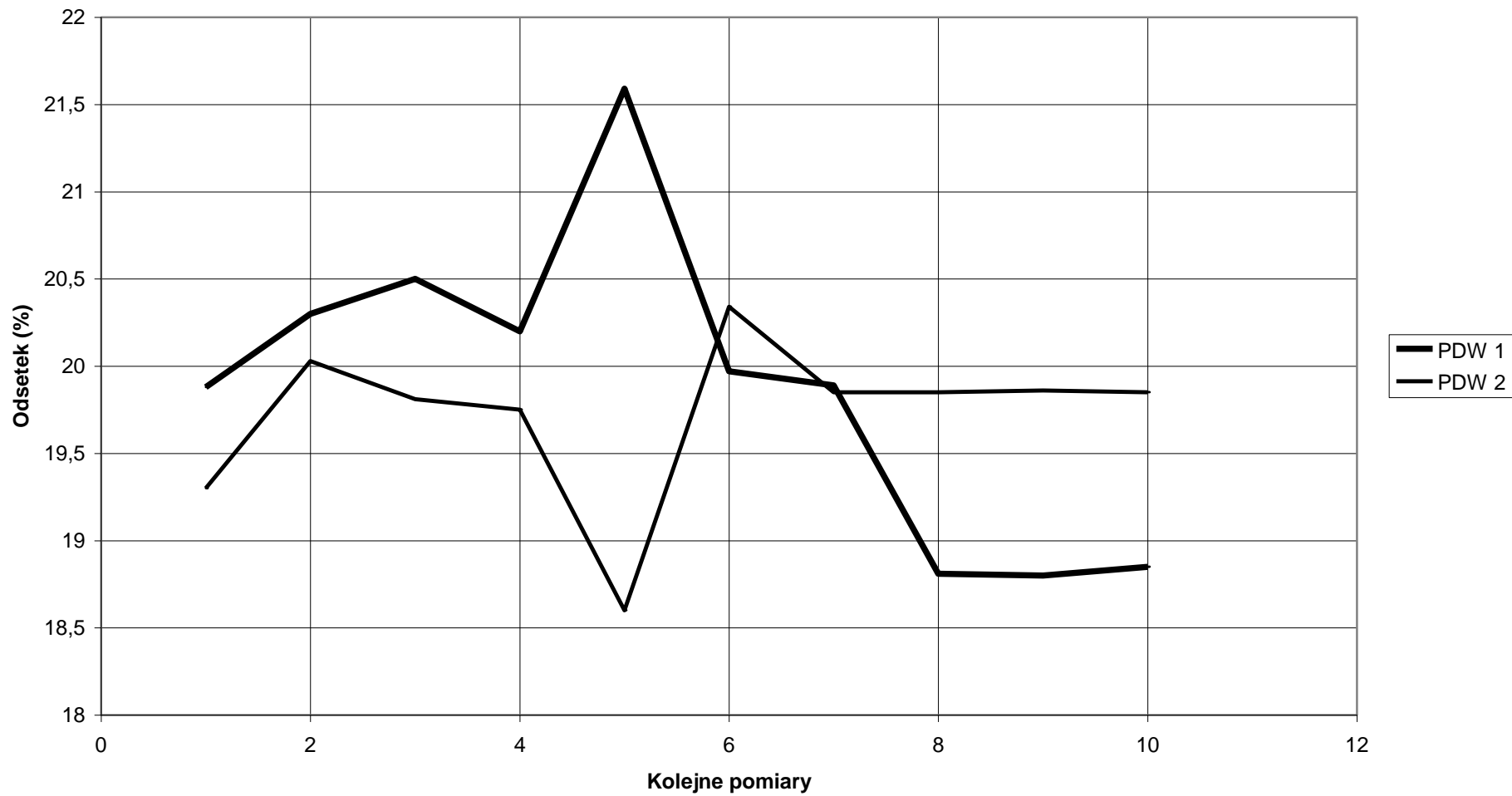
Ryc. 17. Wielkość PLT we krwi przed i po obciążeniu standardowym w pierwszej i drugiej edycji pomiarów (n) 1



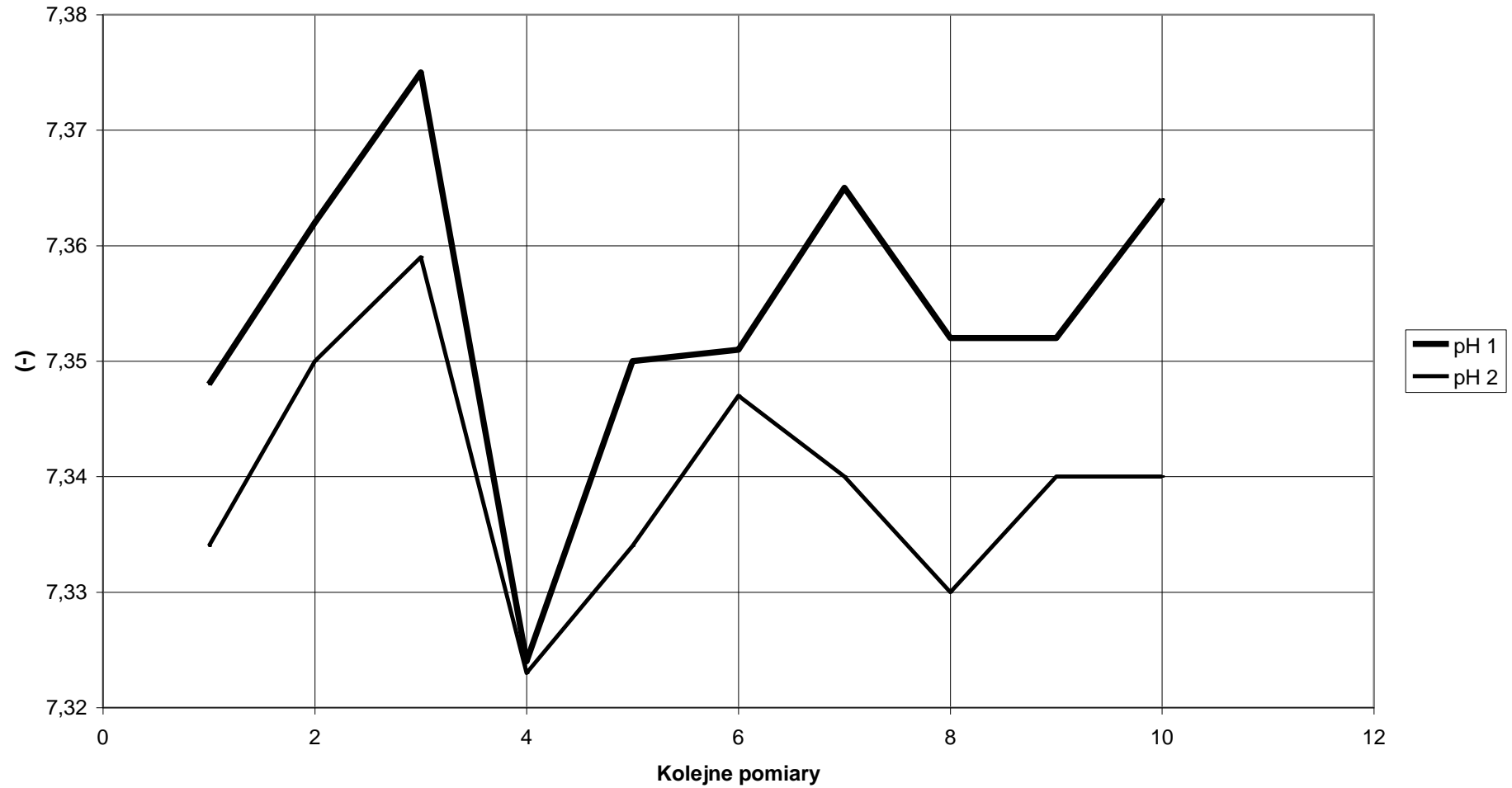
Ryc. 18. Wielkość MPV we krwi przed i po obciążeniu standardowym w pierwszej i drugiej edycji pomiarów (n) 1



Ryc. 19. Odsetek PDW we krwi przed i po obciążeniu standardowym w pierwszej i drugiej edycji pomiarów (n) 1



Ryc. 20. Wielkość pH krwi przed i po obciążeniu standardowym w pierwszej i drugiej edycji pomiarów (n) 1

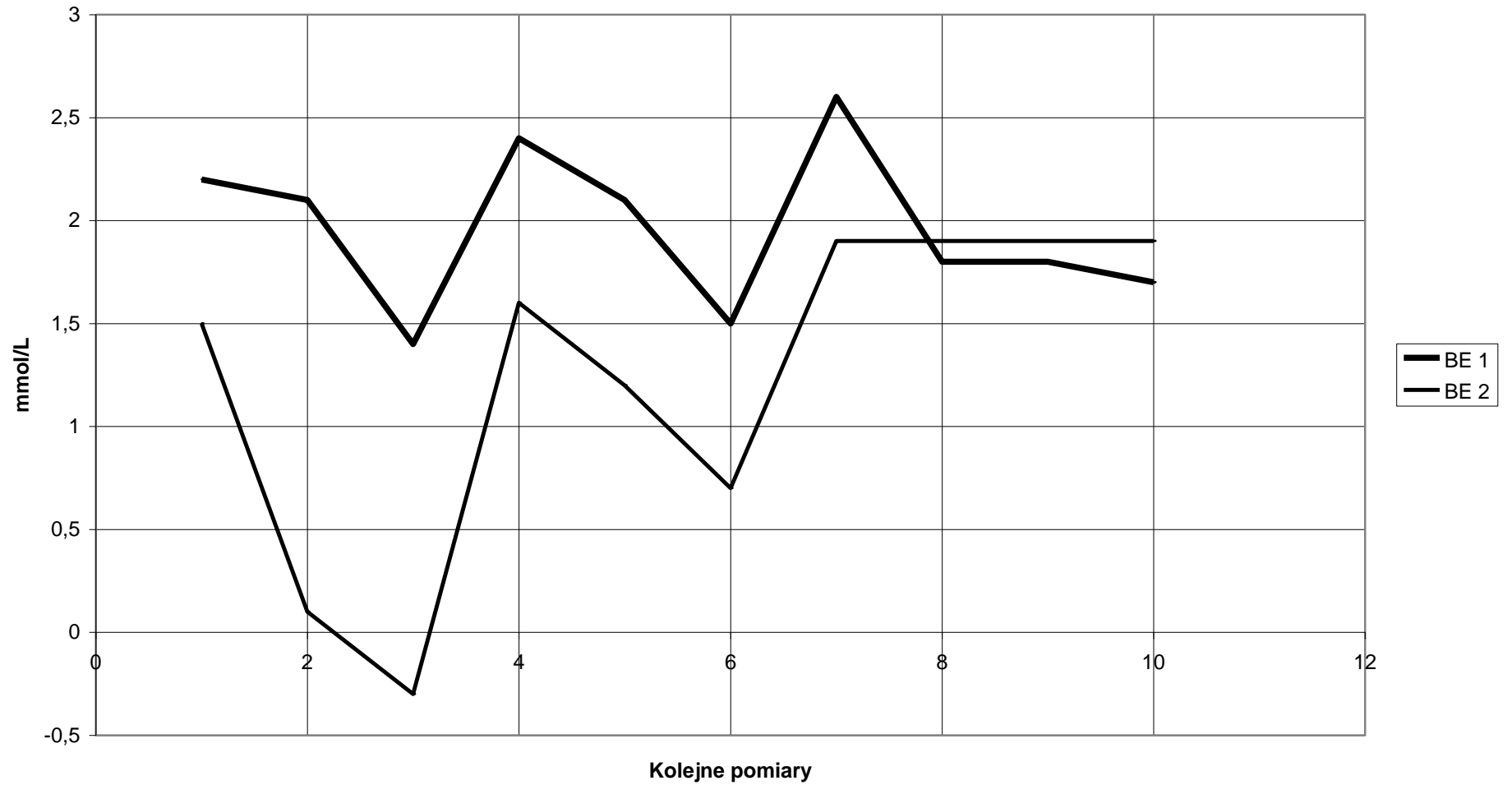


wielkości BE, a w drugim utrzymują się na tym samym poziomie. Przy czym wielkości z drugiej edycji badań są mniejsze, wykazują większą amplitudę wahań i po zakończeniu pracy przyjmują wielkości ujemne. Po upływie 57 godzin ich wielkość w pierwszej edycji jest mniejsza, a w drugiej większa w stosunku do wyjściowej sprzed podjęcia pracy, ryc. 21.

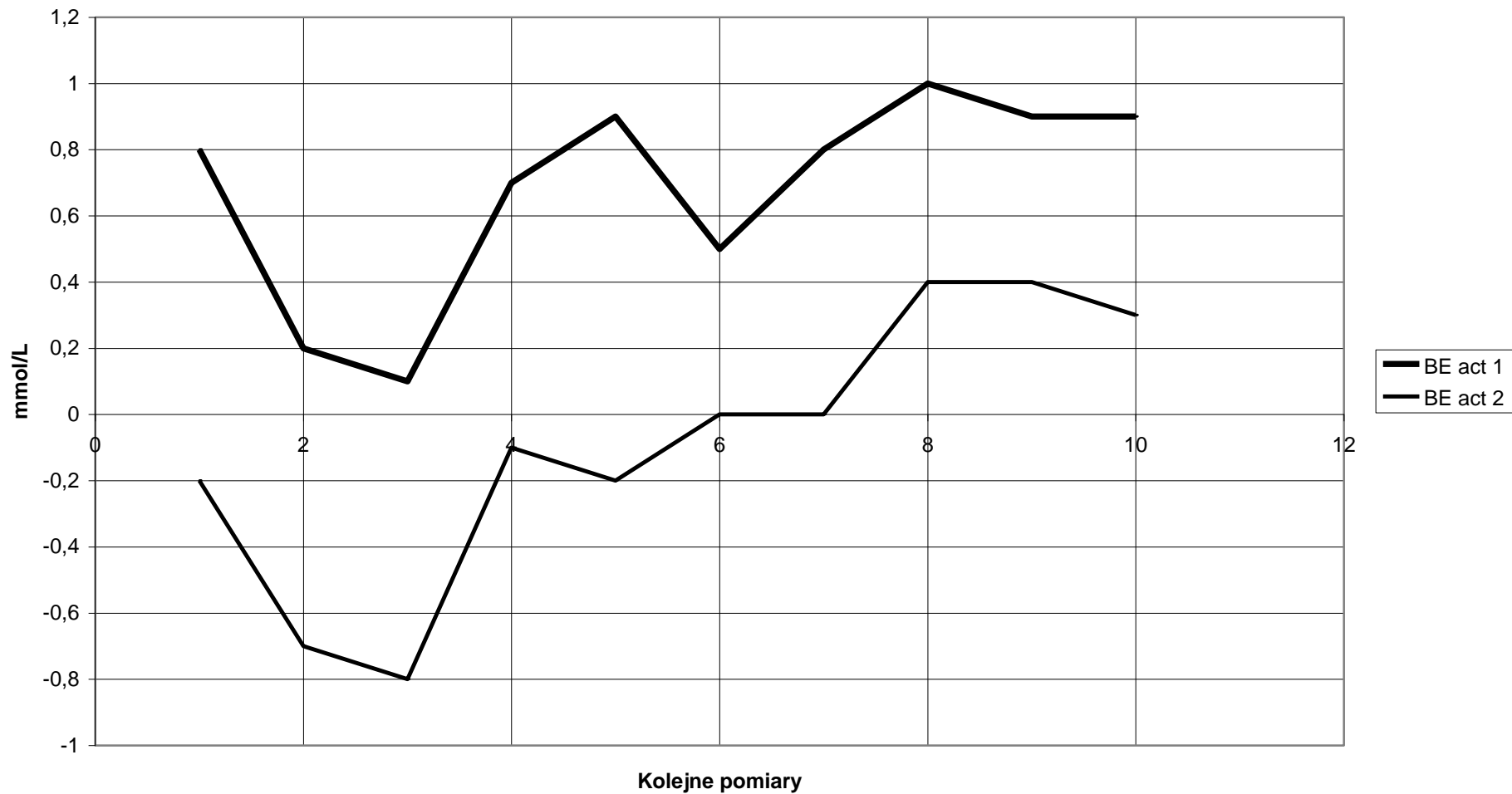
Wielkości BEact we krwi wykazują podobny rozkład w obu edycjach pomiarów. Przy czym w drugiej edycji są znacząco mniejsze i przed podjęciem pracy oraz w pierwszej godzinie po jej zakończeniu przyjmują wartości ujemne. Po upływie 57 godzin wielkości z obu edycji są większe w stosunku do wyjściowej sprzed podjęcia pracy, ryc. 22. Wielkość BB w pierwszym badaniu jak i drugim wykazuje niewielkie falowe wahania. Rozkład wyników obu edycji pomiarów wykazują bardzo zbliżony rozkład. Przy czym wielkości z drugiego badania są niższe, a w ostatnich 36 godzinach wyższe niż w pierwszym. Po upływie 57 godzin jego wielkość w pierwszej edycji jest nieistotnie mniejsza w stosunku do wyjściowej sprzed podjęcia pracy, w drugiej nieistotnie większa, ryc. 23.

Wielkości SO_2 (c) we krwi w pierwszej edycji pomiarów i pierwszych 4 godzinach zwiększają się, w kolejnych 12 obniżają się, dalej rosną w 24 godzinach, osiągając wielkość większą w stosunku do początkowej. Wielkości z drugiej edycji pomiarów są znacznie większe i wykazują podobny rozkład. Po zakończonej pracy w ciągu godziny następuje gwałtowny spadek, w kolejnych 3 wzrost, a po kolejnych 17 ponowny spadek. W następnych 36 godzinach wzrost już nie jest tak dynamiczny i osiąga wielkość wyjściową. Po upływie 57 godzin jego wielkość w pierwszej edycji jest istotnie większa w stosunku do wyjściowej sprzed podjęcia pracy, w drugiej zbliżona. Wielkości PO_2 we krwi w pierwszej edycji od rozpoczęcia obciążenia standardowego wykazuje tendencję wzrostową do 4 godziny wczesnej odnowy, w kolejnych 17 ich wielkość spada i rośnie w następnych 12 godzinach, dalej wykazuje niewielki spadek utrzymując się na poziomie większym od początkowego. W drugiej edycji badań wielkości są już istotnie większe przed i bezpośrednio po wykonanej pracy. W 1 godzinie po jej zakończeniu wielkości PO_2 obniżają się, w kolejnych 3 rosną, w dalszych 17 obniżają, przyjmując zawsze większe wielkości niż w analogicznym czasie pierwszego badania. W dalszych 12 godzinach rosną, a kolejnych 24 nieznacznie spadają, przyjmując wielkość zbliżoną do wyjściowej, ryc. 24. Wielkości tHb w obu edycjach pomiarów wykazują rozbieżny rozkład, a początkowe są tożsame, przy czym w kolejnych do 57 godzinach od zakończenia pracy są znacząco większe. O ile wielkości końcowe drugiej edycji są zbliżone do wyjściowych, to w pierwszej są istotnie mniejsze, ryc. 25. Wielkości O_2Hb w pierwszej edycji pomiarów zwiększają się przez pierwsze 4 godziny, w kolejnych 17 obniżają, aby przez dalsze 36 rosnąć. Końcowy poziom mierzonej cechy jest znacząco

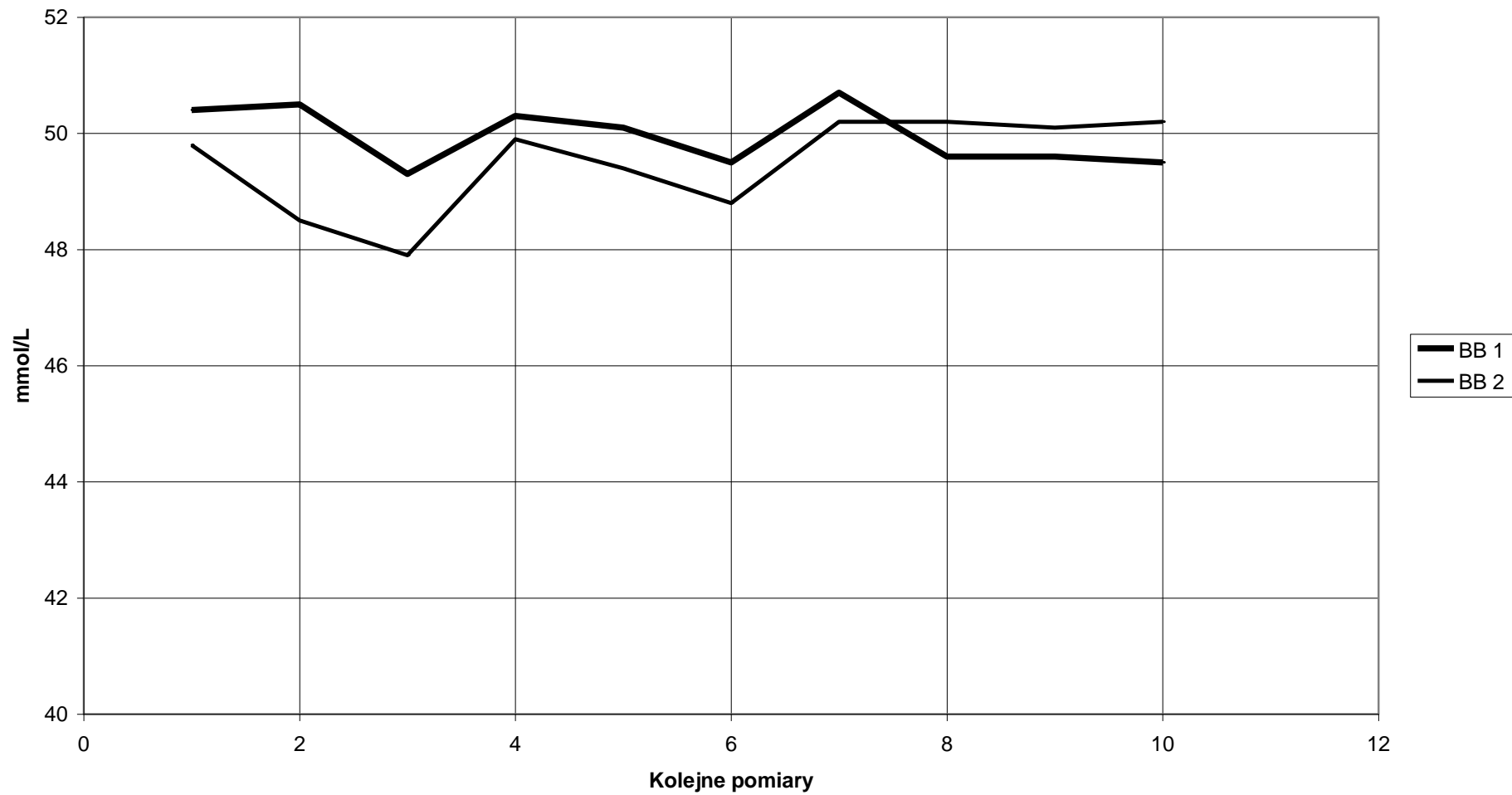
Ryc. 21. Wielkość BE we krwi przed i po obciążeniu standardowym w pierwszej i drugiej edycji pomiarów (n) 1



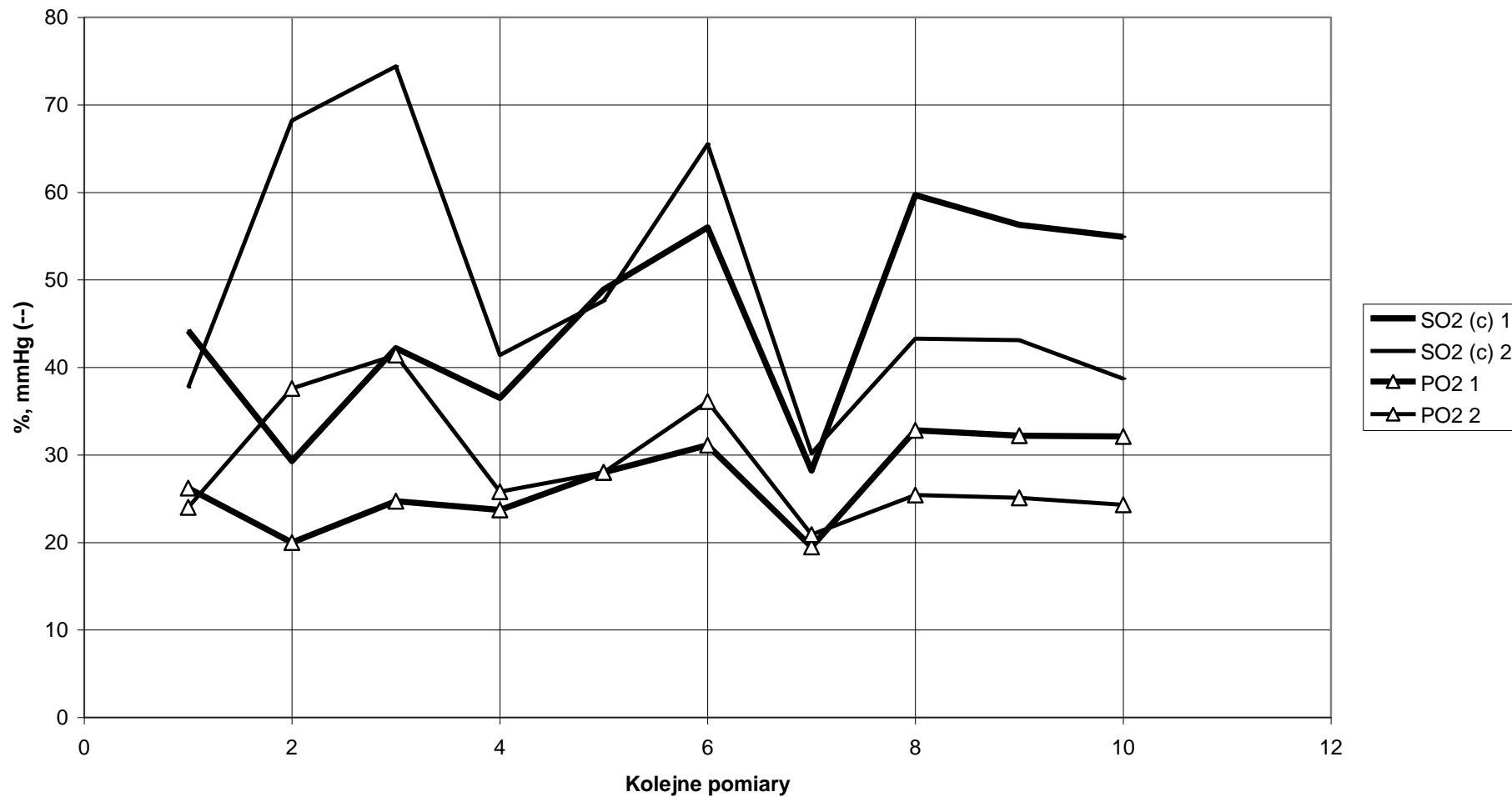
Ryc. 22. Wielkość BEact we krwi przed i po obciążeniu standardowym w pierwszej i drugiej edycji pomiarów (n) 1



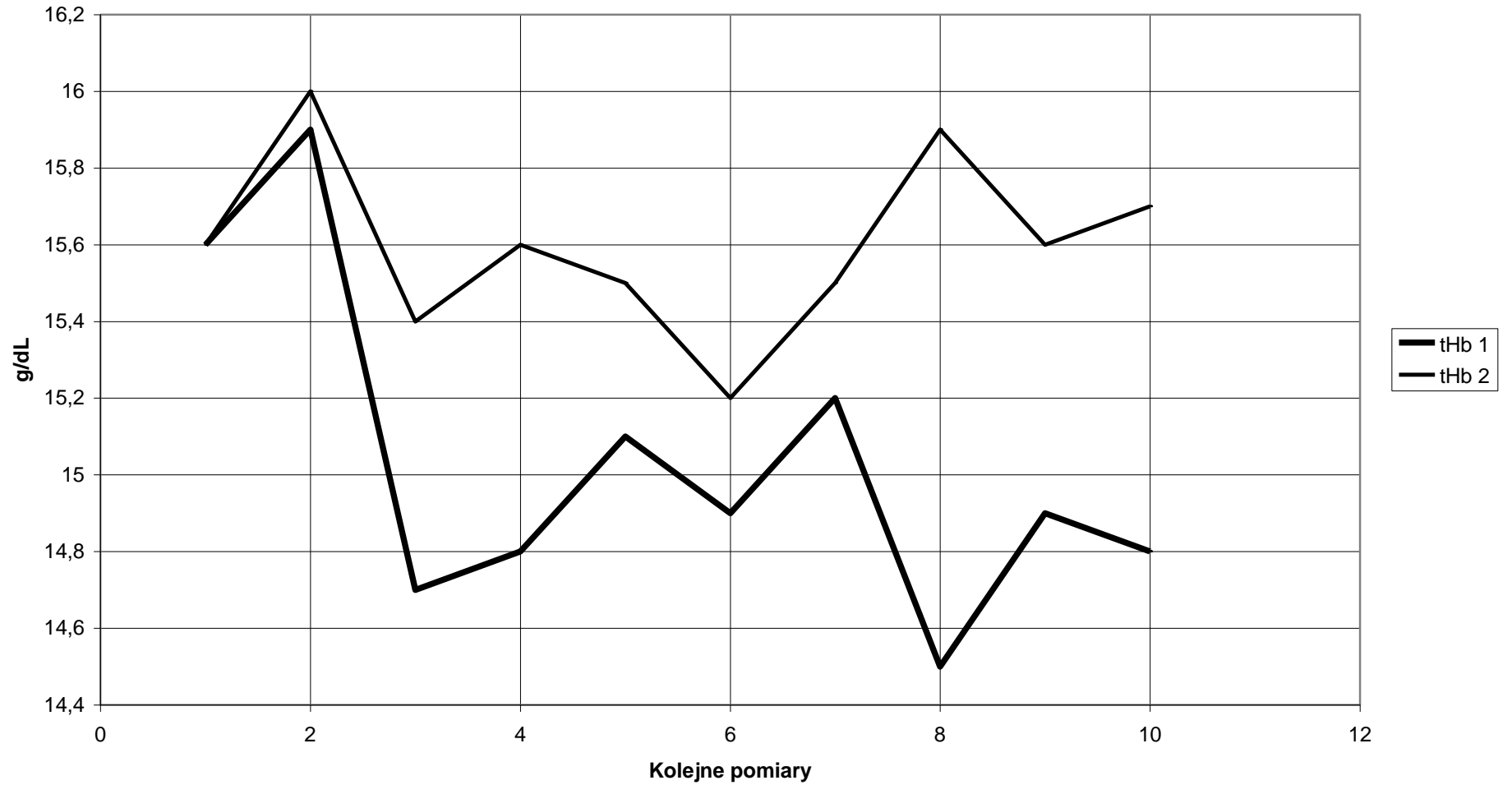
Ryc. 23. Wielkość BB we krwi przed i po obciążeniu standardowym w pierwszej i drugiej edycji pomiarów (n) 1



Ryc. 24. Odsetek SO₂ (c), PO₂ we krwi przed i po wysiłku wytrzymałościowym w pierwszej i drugiej edycji pomiarów (n) 1

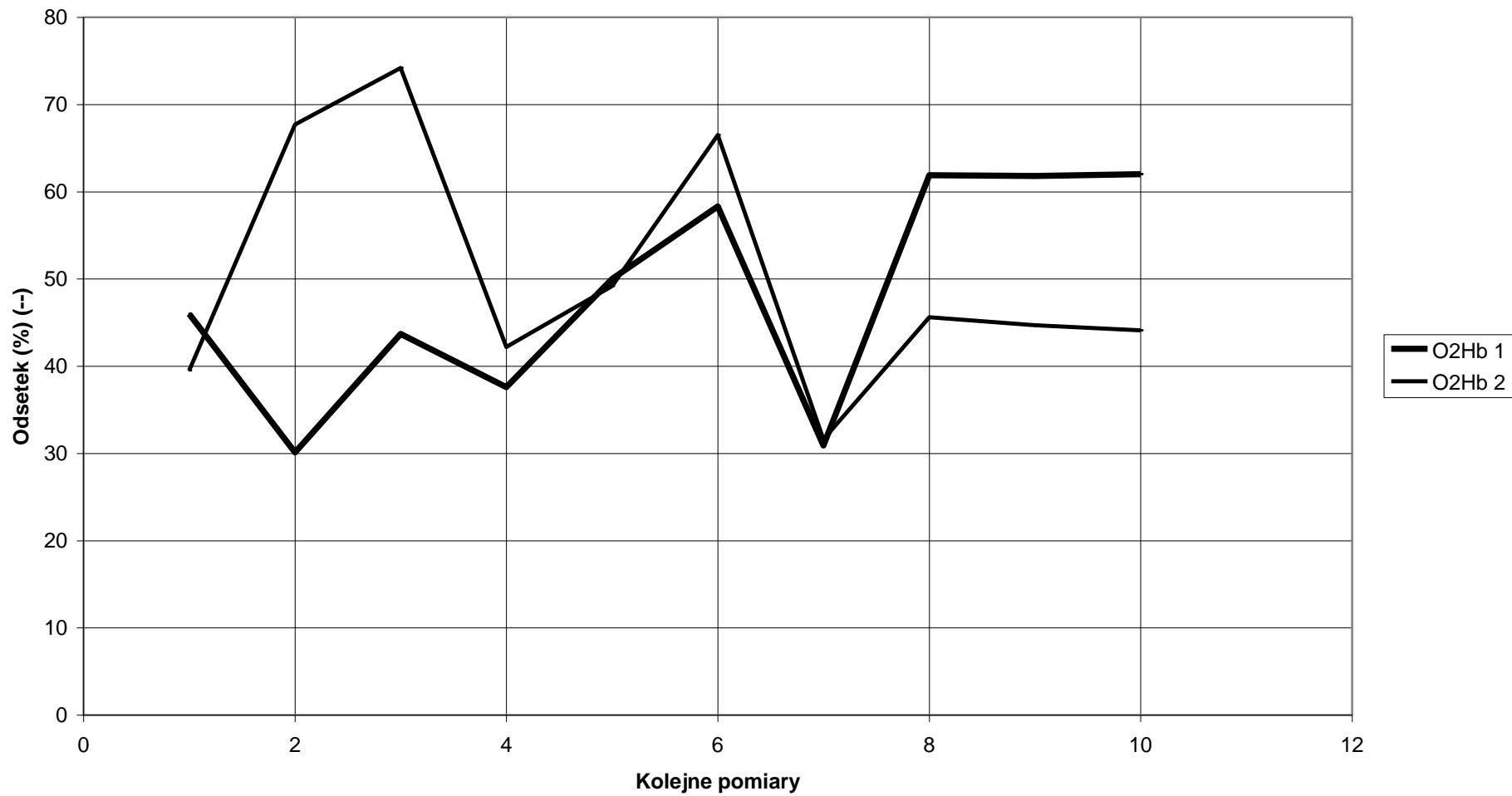


Ryc. 25. Wielkość tHb we krwi przed i po obciążeniu standardowym w pierwszej i drugiej edycji pomiarów (n) 1

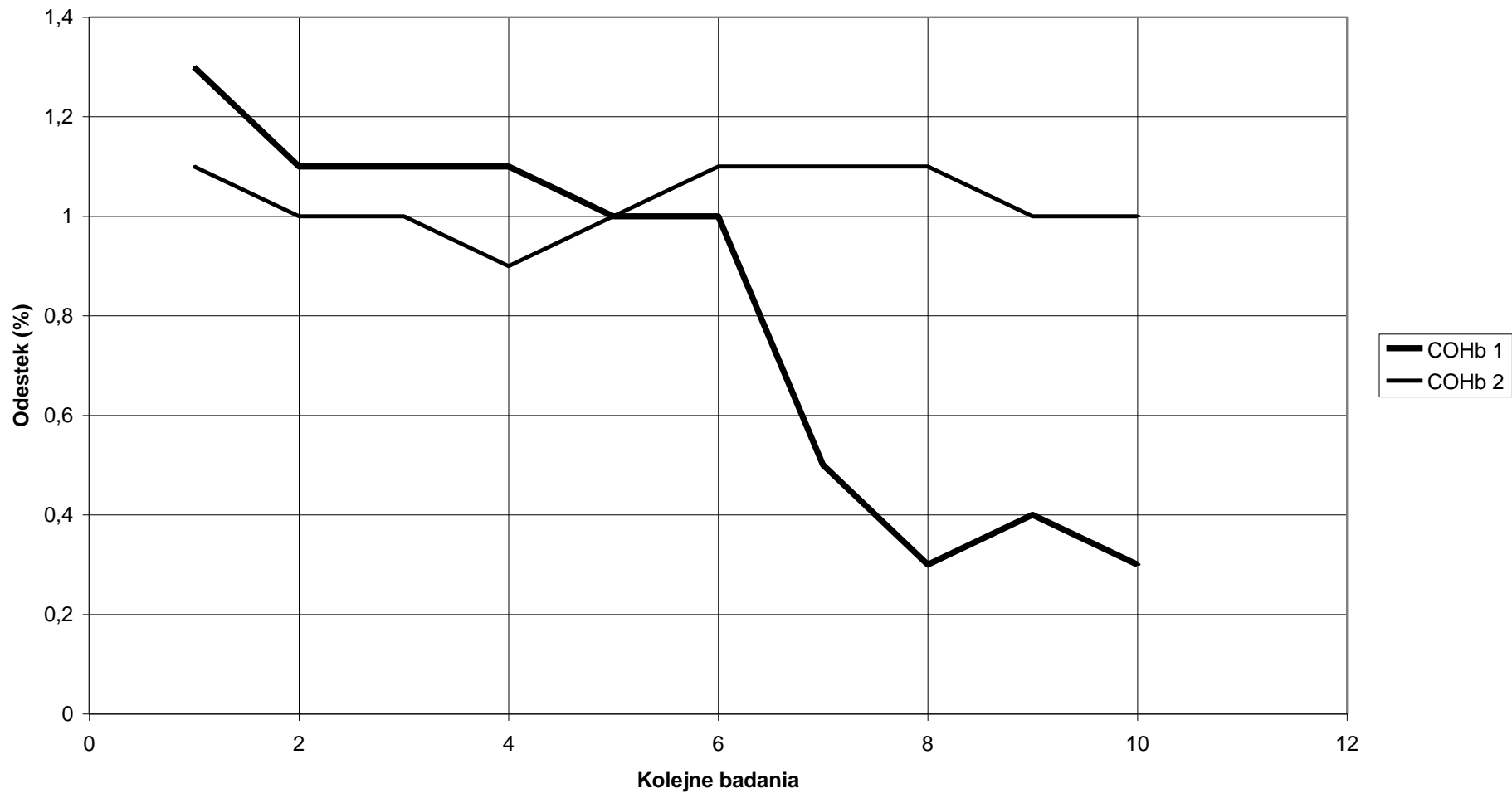


większy od początkowego. W drugiej edycji badań już wielkość początkowa cechy jest większa. W pierwszej godzinie od zakończenia pracy następuje znaczące obniżenie, a w kolejnych 3 jej wielkość rośnie, po czym obniża się w kolejnych 53 godzinach, przyjmując poziom zbliżony do wyjściowego, rys. 26. Wielkość COHb w drugiej edycji ulega niewielkim wahaniom w przeciągu 57 godzin i przyjmuje taką samą wartość w drugim i ostatnim pomiarze. Natomiast w pierwszej edycji wielkości mierzonej cechy nie tylko posiadają większe wielkości początkowe, ale wykazują stałą tendencję spadkową przez cały okres wczesnej i późnej restytucji. Po upływie 57 godzin jego wielkość w pierwszej edycji jest istotnie mniejsza w stosunku do wyjściowej sprzed podjęcia pracy, w drugiej bardzo zbliżona, ryc. 27. Wielkość HHb we krwi od zakończenia pracy przez 4 godziny sukcesywnie obniża się, po czym przez 17 godzin rośnie i w kolejnych 12 ponownie obniża, w dalszych 24 utrzymuje tą samą wielkość. W drugim badaniu, w pierwszej godzinie od zakończenia pracy występuje jej znaczący przyrost, w dalszych 3 spadek, w kolejnych 17 wzrost, dalej w czasie następnych 12 godzin zmniejsza wielkości. Kolejne 24 godziny nie przynoszą żadnych zmian w jej poziomie. Po upływie 57 godzin jego wielkość w pierwszej edycji jest istotnie większa w stosunku do wyjściowej sprzed podjęcia pracy, w drugiej nieistotnie mniejsza, ryc. 28. Wielkość MeHb w pierwszej edycji badań od zakończenia pracy przez 2 godziny jest stała, dalej rośnie przez 55 godzin. W drugim badaniu przez godzinę od zaprzestania pracy jej wielkość nieistotnie rośnie i dalej przez 56 godzin w zasadzie nie zmienia się. Po upływie 57 godzin jego wielkość w pierwszej edycji jest istotnie większa w stosunku do wyjściowej sprzed podjęcia pracy, w drugiej posiada tą samą wielkość, ryc. 29. 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 w obu edycjach badań wahała się od 36,6 do 37⁰C. 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 odpowiednio od 75 do 77 mmHg i od 98 do 76 mmHg. Wielkości średnie ciśnienia skurczowego i rozkurczowego (M) wahały się od 131 do 99 mmHg w pierwszej edycji i od 117 do 94 mmHg w drugiej, ryc. 30. 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: od 65 ud/min i z 104 do 71 ud/min, ryc. 31. Wsysycenie krwi tlenem (SO₂) w pierwszej edycji przed wysiłkiem wynosiło 94 do 95 %, a po standardowym

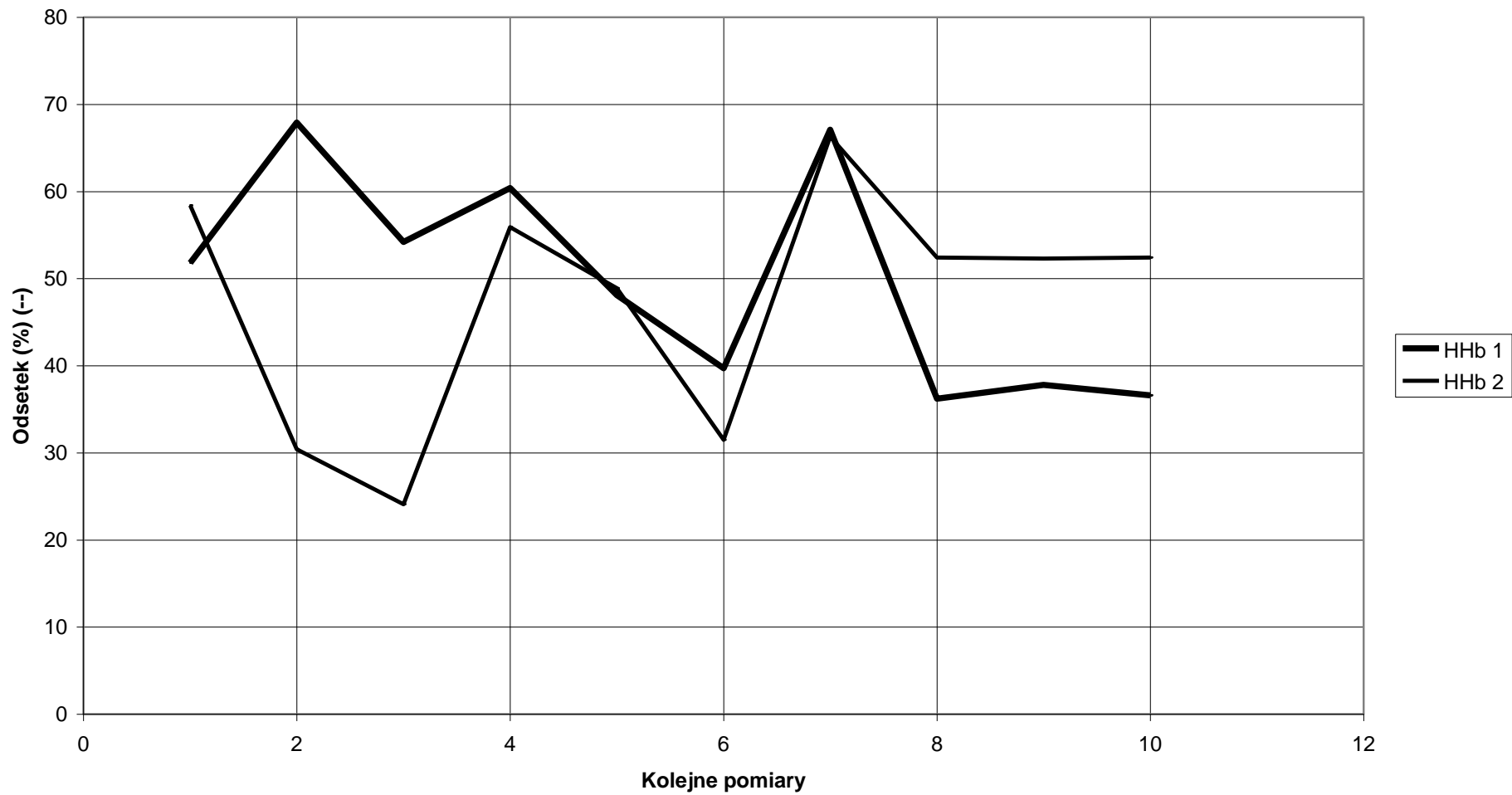
Ryc. 26. Odsetek O2Hb we krwi przed i po obciążeniu standardowym w pierwszej i drugiej edycji pomiarów (n) 1



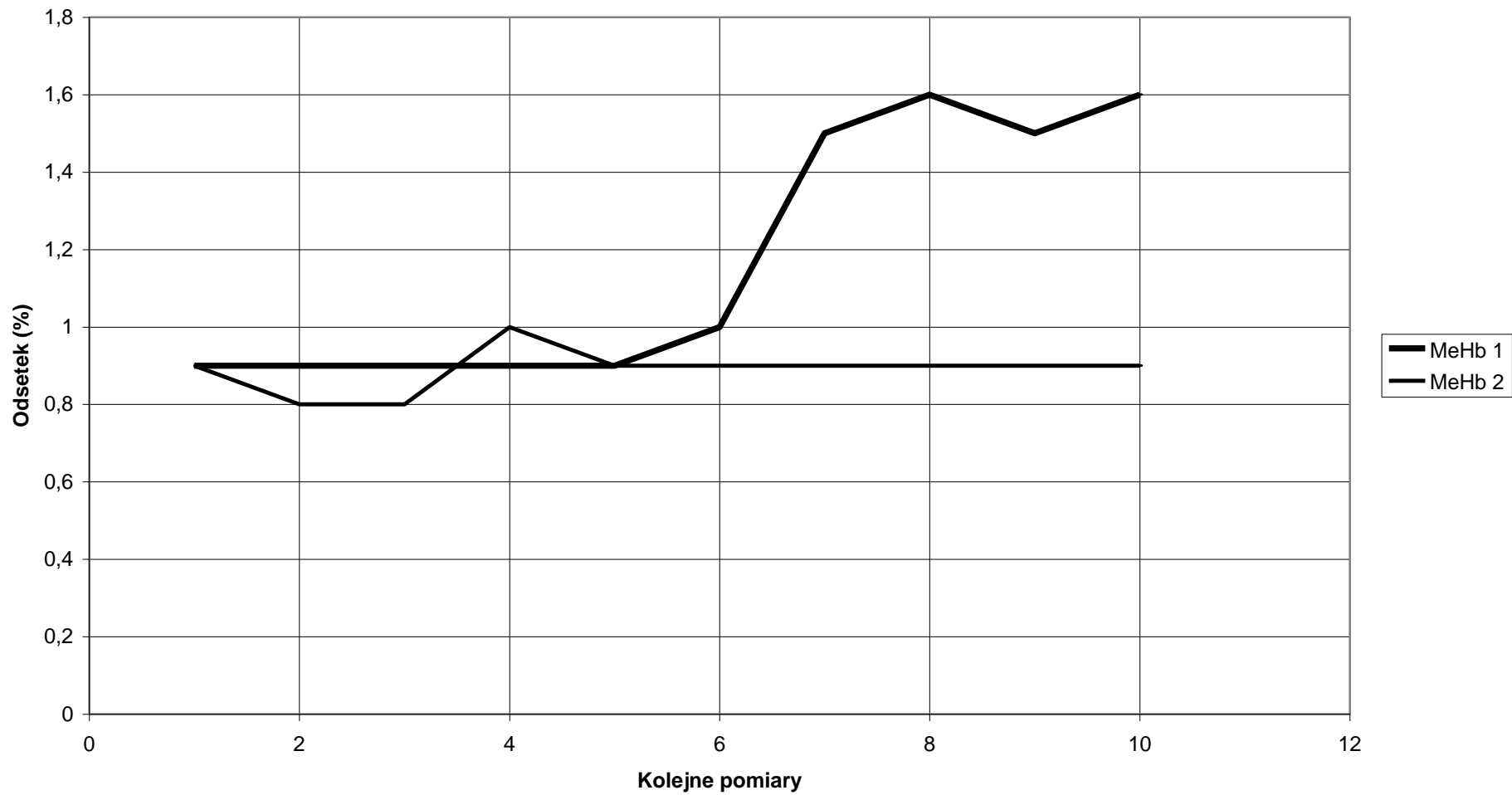
Ryc. 27. Odsetek COHb we krwi przed i po obciążeniu standardowym w pierwszej i drugiej edycji pomiarów (n) 1



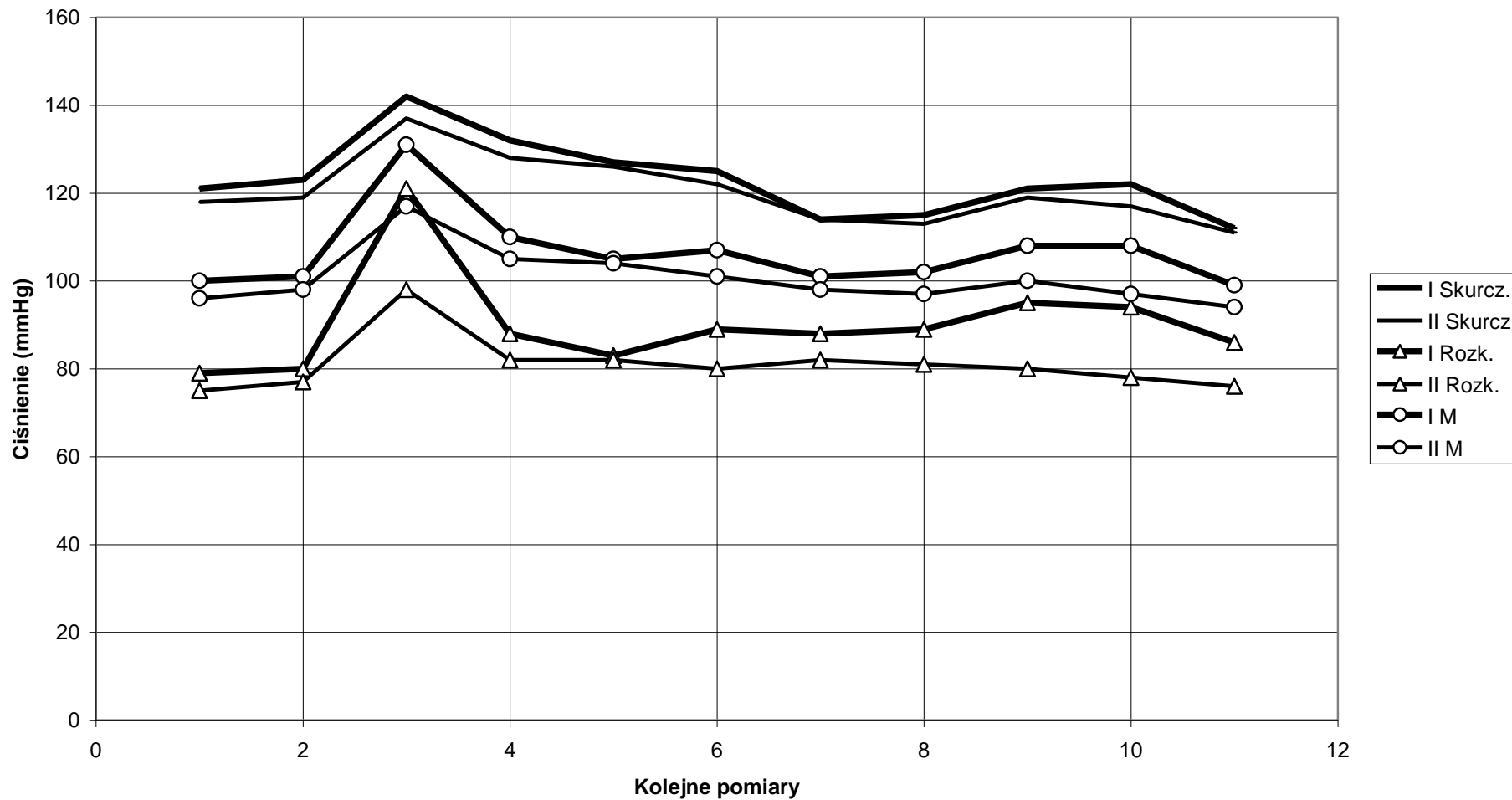
Ryc. 28. Odsetek HHb we krwi przed i po obciążeniu standardowym w pierwszej i drugiej edycji pomiarów (n) 1



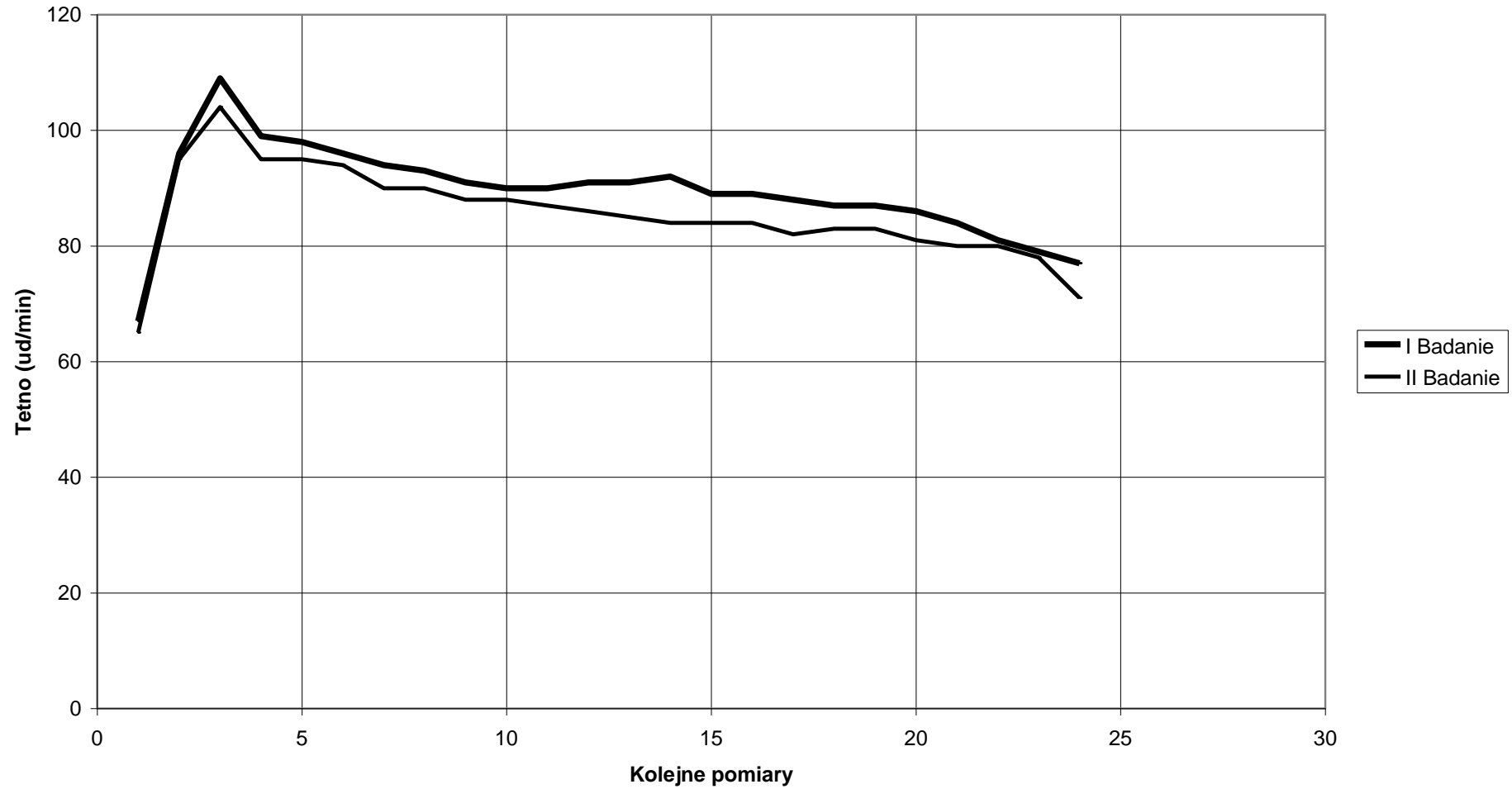
Ryc. 29. Odsetek MeHb we krwi przed i po obciążeniu standardowym w pierwszej i drugiej edycji pomiarów (n) 1



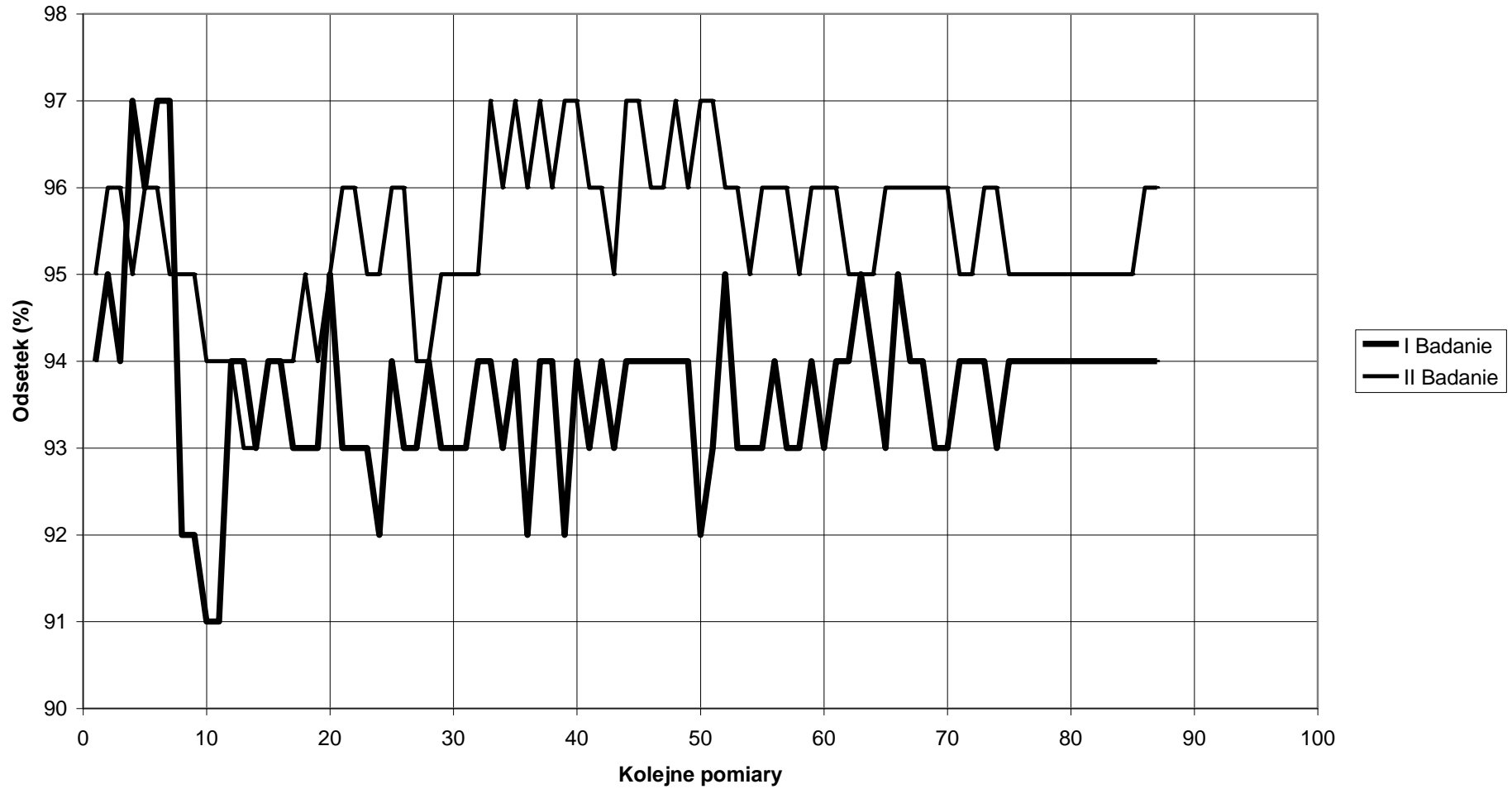
Ryc. 30. Wielkości restytucji ciśnienia skurczowego i rozkurczowego przed i po obciążeniu standardowym w pierwszej i drugiej edycji pomiarów (n) 1



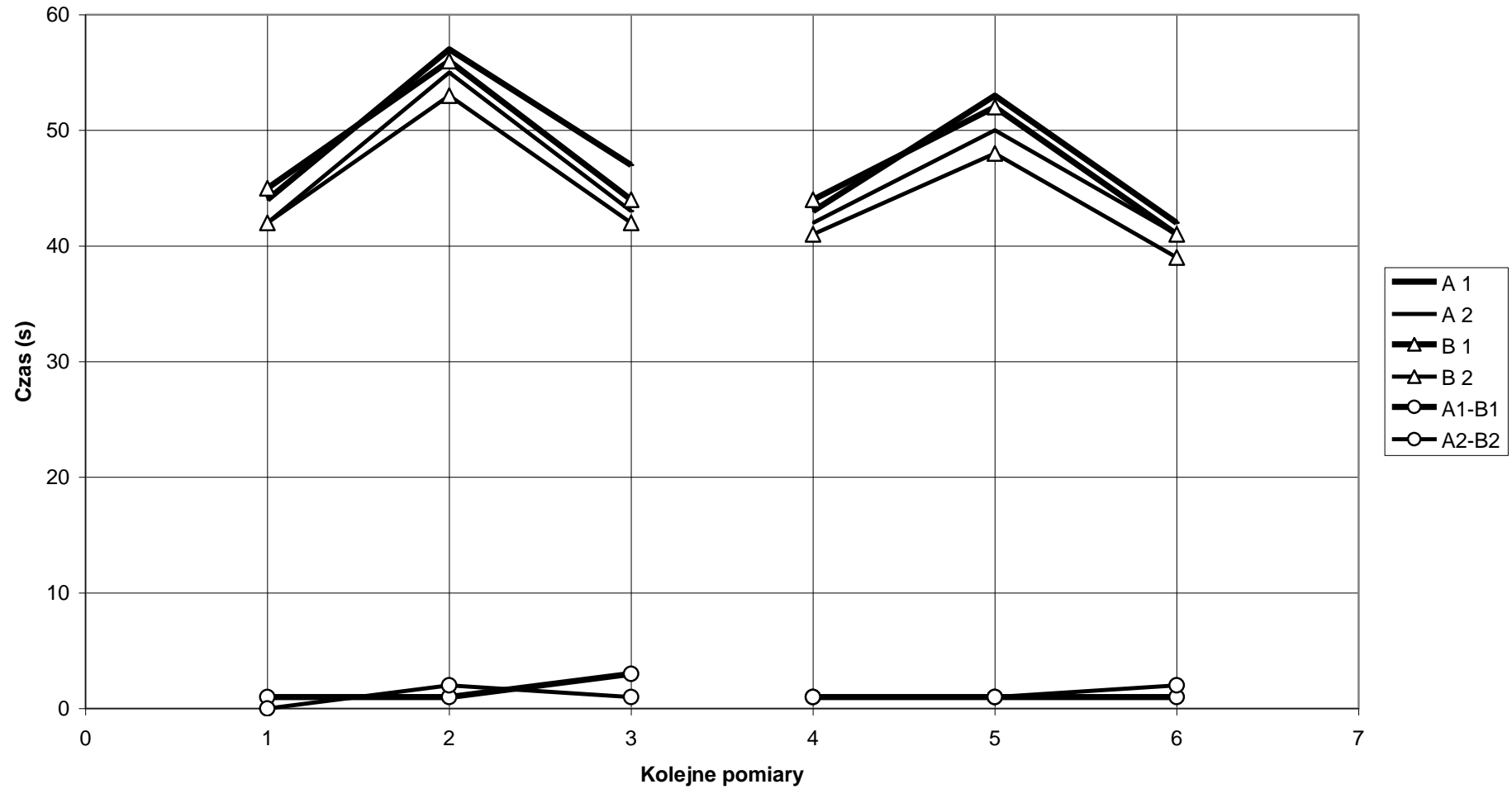
Ryc. 31. Restytucja tętna przed i po obciążeniu standardowym w pierwszej i drugiej edycji pomiarów (n) 1



Ryc. 32. Odsetek wysycenia krwi tlenem przed i po obciążeniu standardowym w pierwszej i drugiej edycji pomiarów (n) 1



Ryc. 33. Restytucja funkcji poznawczych przed i po obciążeniu standartowym w pierwszej i drugiej edycji pomiarów (n) 1



obciążeniu wahało się od 92 do 94%. W drugiej edycji odpowiednio – od 95 do 96% i od 93 do 97%, ryc. 32.

6. Dyskusja

Przyczynami odroczonego bólu mięśni (bolesności mięśni o opóźnionym początku, utajonym zakwaszeniu tkanki, „zakwasach”) są m.in. uszkodzenia najdelikatniejszych struktur komórkowych i stan zapalny spowodowany zakłóceniem komórkowej przemiany materii. Zapalenie to oznacza zwiększony przepływ krwi i zwiększone ciśnienie wewnątrz naczyń włosowatych. Skutkuje to dalej m.in. wejściem osocza do tkanki, a to z kolei powoduje obrzęk utrudniający przemianę materii. Ponadto uwalniane są jony wodoru, przez to dochodzi do zakwaszenia tkanki. Strukturą energetycznie rozgraniczającą przestrzeń wewnętrzną i zewnętrzną jest błona komórkowa, której zadaniem jest podtrzymywanie płynnej równowagi homeostazy. Do takiej aktywnej koordynacji potrzebne jest określone napięcie podstawowe - potencjał błonowy, który w zdrowych komórkach wynosi od 50 do 70 mV. Przy wytwarzaniu i podtrzymywaniu tego napięcia roboczego szczególną rolę odgrywają jony sodu, potasu, magnezu, wapnia i chlorku. Przy czym pompa jonowa dokonuje właściwego rozdziału pomiędzy przestrzenią zewnętrzną a wewnętrzną błony komórkowej. W ten sposób tworzy się potencjał błonowy. Stężenie elektrolitów i aktywność pomp jonowych jest podstawą utrzymania równowagi kwasowo-zasadowej w tkance. Pulsujące pole elektromagnetyczne urządzenia BEMER 3000 oddziałuje poprzez regulację i harmonizację wielopoziomowych procesów bioelektrycznych na przemianę materii. Mogą one rozwinąć optymalne działanie tylko wówczas, gdy istotne tutaj czynniki, jak gospodarka wodno-elektrolitowa i kwasowo-zasadowa tworzyć będą dynamiczną równowagę [17]. Badania Spodaryka [18] nad tą samą dolegliwością wykazały znamienne różnice w odniesieniu do zakresów ruchu. Korzystne działanie pola magnetycznego na zakres ruchu w stawach może być tłumaczony poprzez zmniejszenie nasilenia dolegliwości bólowych w czasie ekspozycji na działanie promieniowania. Być może swój udział mają tu receptory komórek mięśniowych. Z drugiej strony należy jednak również wziąć pod uwagę zmiany metaboliczne w komórkach mięśniowych w związku ze wzrostem ATP w erytrocytach [19]. Stymulacja polem magnetycznym BEMER 3000 może również pobudzać produkcję endogennych opioidów, tak jak to ma miejsce najprawdopodobniej w akupunkturze [20]. Wyniki przeprowadzonych badań wykazały zwiększoną wielkość sodu i potasu w fazie wczesnej i późnej restytucji, a magnezu w środkowej fazie wczesnej odnowy w drugiej edycji badań, w której stosowano bioelektromagnetyczną regulację energii. Wielkość wapnia była na podobnym poziomie w pierwszej i drugiej edycji pomimo stosowania terapii BEMER. Psjuk

[21] na podstawie wyników badań na sportowcach i osobach nie wytrenowanych wykazał, że jednorazowy wysiłek fizyczny nie zmienia ogólnej zawartości żelaza. Uzyskane rezultaty z obu edycji pomiarów znajdują potwierdzenie w przytoczonej publikacji. Istotnie statystycznie zmiany zawartości żelaza są szczególnie obserwowane po wysiłku wytrzymałościowym w drugiej edycji badań. Należy z dużą ostrożnością sądzić, że do tak dużych wahań skutecznie przyczynia się oddziaływanie sygnałem BEMER. Biomechaniczne zmiany wysiłkowe zależą od tempa narastania przemian energetycznych, gotowości uwalniania rezerw energetycznych i ich zasobów, funkcji transportującej układu krążenia, przepuszczalności błon biologicznych, tempa syntezy substratów energetycznych. Wskaźnikiem może być poziom mocznika i niektórych aminokwasów. Podczas długotrwałej pracy dochodzi do obniżenia poziomu aminokwasów, zwiększenia stężenia mocznika – do 48mg% w warunkach spoczynku, a 55mg% to przejaw niepełnej restytucji co wskazuje na konieczność wydłużenia okresu wypoczynku (norma 40mg%). Pewną wartość w ocenie efektywności odnowy ma zachowanie się poziomu mleczanów i pH, nadmiar zasad i innych wskaźników równowagi kwasowo-zasadowej krwi [22]. Wyniki przeprowadzonych badań znajdują potwierdzenie w przytoczonych danych, bowiem wykazały że stężenie mocznika w pierwszej edycji badań oscyluje między 48,9 a 41,3 mg/dl, w drugiej między 42,5 a 36,8 mg/dl. Natomiast poziom mleczanów we krwi zawarty jest w pierwszej edycji między 2,69 a 1,72 mmol/l, w drugiej między 2,8 a 1,6 mmol/l. W przypadku pH krwi w pierwszej edycji mieszczą się w granicach od 7,324 do 7,51, w drugim od 7,323 do 7,359. Można więc przyjąć, że pod wpływem metodycznie stosowanego oddziaływania sygnału BEMER wykazane rezultaty cech krwi mogły wykazać korzystniejsze zmiany w drugiej edycji badań. Patriarca i Topi [23] wykazali, że pod wpływem jazdy na cycloergometrze z obciążeniem 120 kgm do całkowitego zmęczenia dochodzi u człowieka do zwiększenia limfocytów, a po zakończonym wysiłku fizycznym ich ilość spada poniżej poziomu wyjściowego. Podobnie zmiany wykazywały neutrofile. Ilość eozynofilów zmniejszała się stopniowo po wysiłku fizycznym i osiągała najniższy poziom w 30 minucie i wracała do stanu wyjściowego w 90 minucie po zakończonym wysiłku fizycznym. Uzyskane wyniki przeprowadzonych dwóch edycji badań znajdują potwierdzenie w przytoczonej wyżej publikacji. Odsetek limfocytów osiąga najwyższy poziom w pierwszej edycji pomiarów po zakończeniu pracy na cycloergometrze (38,55%) i stopniowo zmniejsza się do 3,79% w końcowej fazie późnej restytucji. W drugiej edycji po wykonanym wysiłku wytrzymałościowym odsetek limfocytów wynosi 40,29% a w końcowej fazie późnej odnowy 35,21%, nie osiągając wielkości początkowej. W przypadku odsetka neutrofilów w pierwszej edycji najwyższy odsetek zaobserwowano w początkowej

fazie wczesnej restytucji (52,25%), najniższą w środkowej fazie wczesnej odnowy (45,32%). Odsetek eozynofików w pierwszej edycji pomiarów występuje w końcowej fazie wczesnej odnowy (3,16%), najniższy po zakończeniu pracy. W drugiej edycji największy obserwuje się podobnie jak w pierwszej edycji (2,94), najniższy w pierwszej fazie wczesnej odnowy (2,02%). Jak wynika z przytoczonych rezultatów cech krwi, korzystniejsze wielkości występują w drugiej edycji badań. Araszkiewicz i Kubaj [24] wykazali u człowieka po wysiłku fizycznym na cykloergometrze trwającym 30 minut z intensywnością 810 kgm/min, obniżenie poziomu wapnia zjonizowanego w surowicy krwi przy jednoczesnym zwiększeniu wapnia całkowitego. Według autorów powodem obniżenia wapnia jest związane ze zwiększeniem objętości osocza, jednocześnie nie wytłumaczono przyczyn zwiększenia wapnia całkowitego po wysiłku. Przedstawione wyniki nie potwierdzają obniżenia poziomu wapnia w obu edycjach pomiarów. Wykazano, że jego poziom oscyluje pomiędzy 2,17 a 2,51 w pierwszej, w drugiej od 2,1 do 2,52 mmol/l, pomimo stymulacja polem BEMER. Badania Gardner'a i wsp. [24] wykazały zmiany w surowicy krwi w poziomie aktywności: aminotransferazy asparaginowej (GOT), aminotransferazy alaninowej (GPT) po wysiłku fizycznym (wchodzenie na wielostopniową bieżnię) wykonanym przez kobiety i mężczyzn nie- i trenujących, wykazały że pod wpływem jednorazowej pracy fizycznej znacznie wzrasta aktywność GOT i GPT. Autorzy stwierdzają, że zmiany zależą od zastosowanego obciążenia i stopnia wytrenowania badanych. Większe zmiany następowały po długo trwających obciążeniach, bardziej istotne przesunięcia aktywności poszczególnych enzymów obserwowano w grupie nie trenujących osobników. Hanke [25] badając u ludzi i zwierząt zmiany zachodzące w enzymach surowicy: aminotransferazy alaninowej (GPT), aminotransferazy asparaginiowej (GOT) po wysiłku fizycznym (praca na ergometrze rowerowym, bieg na bieżni, step-test Harwardzki, bieg i boks) wykazał między innymi, że wysiłek długotrwały powoduje wzrost różnic i aktywności GOT, GPT. Przy czym u osobników wytrenowanych notowano mniejszy wzrost aktywności enzymów. Hollmann [26] analizując wyniki badań stwierdza, że enzymatyczna aktywność powysiłkowa surowicy krwi jest mniejsza u osób prowadzących aktywny fizycznie tryb życia. Wykazał także, istniejące różnice indywidualne w zachowaniu się poszczególnych enzymów krwi. Badania wykazały, że aktywność GOT i GPT w obu edycjach jest bardzo zbliżona do 17 godziny po zakończonym obciążeniu wytrzymałościowym. Przy czym do połowy wczesnej restytucji ich poziom jest mniejszy niż w pierwszych pomiarach obu edycji badań, co znajduje potwierdzenie w przytoczonych publikacjach. Od początkowej fazy późnej odnowy, enzymy

wykazują większą aktywność. W drugiej edycji badań, w której stosowano terapię BEMER w początkowej fazie późnej odnowy GPT wykazuje istotnie większą aktywność niż GOT.

Z analizy uzyskanych rezultatów badań wynika, że zastosowana wielowymiarowa struktura sygnału BEMER nie wywarła znaczącego wpływu na wielkości: K, Ca, Mg, WBC, NEU, LYM, NEU%, LYM%, $cHCO_3$, MONO, PCT, PCO_2 , MCH, MCHC. Emitowany sygnał BEMER nie wpływa także na funkcje poznawcze, lecz zaobserwowano oddziaływanie wysiłku wytrzymałościowego, ryc. 33.

Na podstawie przedstawionego przeglądu literatury i uzyskanych wyników można stwierdzić, że wyniki badań autorów były przeprowadzone na różnym materiale ludzkim, stosując wysiłki fizyczne o różnej objętości i intensywności, a zastosowane narzędzia badawcze posiadały zapewne różny zakres czułości. Przytoczona wyżej specyfika restytucji wspomagana terapią BEMER znajduje potwierdzenie w konfiguracji przyjętych do analizy częstości tętna, wysycenia krwi tlenem, cech ciśnienia tętniczego i wybranych wskaźników krwi. Nierównomierność przebiegu restytucji i fazowy charakter wykazano we wszystkich analizowanych wskaźnikach. Autor zastrzega jednak, że są to ustalenia odnoszące się do tego konkretnego osobnika. Bowiem na przedstawiony obraz modulacji badanych wskaźników krwi nakłada się prowadzony styl życia, zaczynające się zmiany inwolucyjne w obrębie układu mięśniowego, krążeniowego, oddechowego, nerwowego. Pomiarzy zrealizowane na większej populacji i z rygorystycznym zachowaniem opisanej procedury, mogą wykazać zbliżone wyniki. W czasie pracy submaksymalnej po pewnym czasie osiągnięta jest równowaga czynnościowa. U osób w 6-tej dekadzie życia (szczególnie u osobników siedenteryjnych) potrzeba więcej czasu, by częstość skurczów serca, ciśnienie tętnicze i wentylacja minutowa płuc ustabilizowała się. Częściowo spowodowane jest to niekorzystnymi zmianami mechanizmów kontrolnych. Również z powodu niższej wydolności fizycznej, właściwej dla badanego, powrót do wartości spoczynkowych jest wydłużony. Wzrasta także udział przemian beztlenowych w całkowitej pracy na określonym poziomie, a powstałe ciepło na skutek wykonywanego wysiłku fizycznego jest wolniej usuwane [16]. Pomiarzy zrealizowane na większej populacji i z rygorystycznym zachowaniem opisanej procedury, mogą wykazać zbliżone wyniki.

7. Wnioski

1. Zastosowana metodyka terapii i profil parametrów sygnału BEMER poprzez zwiększenie światła naczyń mikrokrażenia wpływa zróżnicowanie na wielkość wybranych wskaźników krwi. Przy czym wielkości wielu mierzonych cech krwi są

znacznie korzystniejsze w drugiej niż w pierwszej edycji badań, podczas której nie stosowano stymulacji.

2. Zastosowanie stymulacji BEMER w odnowie biologicznej po wysiłkach wytrzymałościowych u mężczyzn w 5-6 dekadzie życia może być uzasadnione. Uzyskane jednostkowe wyniki z przeprowadzonych pomiarów, nie mogą być podstawą do uogólnionych wniosków nad stosowaniem sygnału BEMER w ramach odnowy biologicznej po wysiłku wytrzymałościowym. Mogą być jedynie próbą wskazania kierunku dalszych dociekań nad modyfikacją metodyki stosowania i parametrów wielowymiarowego strukturalnie sygnału BEMER i intensyfikacją odnowy biologicznej po różnych wysiłkach.
3. Stwierdzono znaczący wpływ obciążenia wytrzymałościowego na funkcje poznawcze, w przeciwieństwie do sygnału BEMER
4. Następujące cechy ze względu na brak istotnych zmian pod wpływem stymulacji bioelektromagnetycznej należy wyeliminować: K, Ca, Mg, WBC, NEU, LYM, NEU%, LYM%, cHCO_3 , MONO, PCT, PCO_2 , MCH, MCHC i funkcje poznawcze, a w to miejsce poddać analizie wybrane cechy moczu: sód, potas, hemoglobinurię, chlorki, siarczany, amoniak, azot i kreatyninę.

7. Literatura

1. Gouyton A.C., Hall J.E. Textbook of medical physiology. Elsevier Inc., Philadelphia 2006, 181-190.
2. Strujker-Boudier H.A.J., le Noble J.L.M.L., Messing M.W.J., Huijberts M.S.P., le Noble F.R.A.C., van Essen H. The microcirculation and hypertension. J. Hypertens. 1992, 10, 147-156.
3. Klopp R., Mikrourkulation, inm Fokus der Forschung, 1. Aufl. 2008 Mediquant Verlag AG in Schliessa 19b FL-Triesen.
4. Beerheide R., Zweiter Gesundheitmarkt wacht, 2014, nr 50, s. 12.
5. 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.
6. Michaeli H., Znaczenie utajonego zakwaszania tkanki dla terapii BEMER 3000, Abstract for the BEMER Symposium At the Freudenstadt ZAEN Congress 04.01.2011

7. Bernat S. I., Działanie różnych metod terapii fizykalnej na cechy funkcjonalne mikrokrążenia przy niedostatecznej regulacji ukrwienia narządów, *ORV, HETIL*, 2013, 194 (42), 1634-1679.
8. Piruet-Gottwald M., *Multiple Sklerose: Wie Sie Ihen Korper starke, Naturlich Heilen – Gesund Leben, Deutschland, Ausland inkl. Ubersee*, 2014, nr 2, s. 10-12.
9. Łyskawa W., *Ocena wybranych funkcji poznawczych i percepcji czasu u dorosłych*, rozprawa doktorska, Uniwersytet Medyczny, 2013 r.
10. Kolan M., *Zaburzenia funkcji poznawczych a choroby niedokrwienne mózgu, Neurokognitywistyka w patologii i zdrowiu*, Pomorski Uniwersytet Medyczny w Szczecinie, 2009-2011.
11. Instrukcja BEMER-SET Classic/Pro, User Manual, BEMER Group, August 2013Klopp RC, Niemer W, Schulz J., *J Complement Integr Med.* 2013;10(Suppl):S13-9. doi: 10.1515/jcim-2013-0032.....
12. Klaus Jung, *Sports Medicine, University of maisz, the use of BEMER Therapy Sports Medicine*
13. Weisskopf L., *Use BEMER Therapy in musculoskeletal sporta injuries for regeberation and in the post-operative phase*, Abstract for the BEMER Symposium at the Freudenstadt ZAEN Congress 04.01.2011
14. Ulatowski T., *Teoria i metodyka sportu*, Sit, Warszawa, 1981, s. 67.
15. Ulatowski T., *Teoria i metodyka sportu*, Sit, Warszawa, 1981, s. 67.
16. Łukaszewska J., Raczyńska B., Wawrzyńczak-Witkowska A., *Restytucja w procesie treningowym*, II Kongres Naukowy Kultury Fizycznej, 1986, s. 298-315.
17. Michaeli H., *Znaczenie utajonego zakwaszania tkanki dla terapii BEMER 3000*, Abstract for the BEMER Symposium At the Freudenstadt ZAEN Congress 04.01.2011
18. Spondaryk K., *Działanie terapii skrajnie słabymi polami elektromagnetycznymi na oznaki i symptomy późniejszego bólu mięśni (zakwasów)*, 2004, *Medicina Sportiva*, 6, 19-25.
19. Konopka P., Obergfell W., *Die gesunde Ernährung des Sportlers*, CD-Verlagsgesellschaft, Stuttgart 1980, 143.
20. Whiting P.H., Maugham R.J., Miller J.O.B., *Dehydration and serum biochemical changes in marathon runners*, *European Journal of Applied Physiology*, 1984, 52, 183
21. Psjuk S. K., *Wlijanje trenirowki na sodierzaniej cinka i zelaza w krowi sprtosmienow*, *Timor. I Prakt. Fiz. Kult.*, 1965, 4, 31.
22. Gieremek K., Dec L., *Zmęczenie i regeneracja sił. Odnowa Biologiczna*, AWF,

2000, Katowice.

23. Patriarca L., Topi G. C., Hematological alterations in strenuous work, *Medicina dello Sport*, Torino, 1967, 20, 1.

24. Araszkiwicz Z., Kubaj T, Zachowanie się wapna zjonizowanego i całkowitego w surowicy krwi po wysiłku fizycznym, *Acta Physiol. Pol.*, 1967, 18, 53.

25. Hanke J., Wpływ zmęczenia fizycznego na aktywność enzymów surowicy krwi, *Med. Pracy*, 1966, 2, 128.

26. Hollmann W., Schlusel H., Spechtmeyer H., Einige Enzyme-Spiegel bei dosierter dynamischer und statischer Arbeit unter Atmung variabler O₂ – Gemische. *Sportarzt und Sportmed*, 1965, 166.