

AKADEMIA WYCHOWANIA FIZYCZNEGO

im. Eugeniusza Piaseckiego

w POZNANIU

Wydział Nauk o Zdrowiu

Agata Nowak

**OCENA WPLYWU EFEKTU PLASTROWANIA
DYNAMICZNEGO NA WSKAŹNIKI
FIZJOLOGICZNE I BIOCHEMICZNE**

**Rozprawa na stopień naukowy
doktora nauk o zdrowiu**

Promotor: Prof. dr hab. Maciej Pawlak

Pracę wykonano w Zakładzie Fizjologii i Biochemii

Akademii Wychowania Fizycznego w Poznaniu

POZNAŃ

2022

PODZIĘKOWANIA

Składam serdeczne podziękowania, wszystkim dzięki którym realizacja badań wykorzystanych do niniejszej pracy była możliwa.

Pragnę podziękować szczególnie Panu Profesorowi dr. hab. Maciejowi Pawlakowi za opiekę merytoryczną, motywację i wsparcie w przygotowaniu i realizacji badań.

Dziękuję również pracownikom Zakładu Fizjologii i Biochemii, zwłaszcza dr Tomaszowi Podgórskiemu i Pani Urszuli Bartkowiak, za pomoc w przeprowadzeniu pomiarów i cenne rady oraz ogrom serca i czasu jaki został mi poświęcony.

Podziękowania składam również mojej rodzinie, a przede wszystkim mojemu mężowi Rafałowi za cierpliwość, wsparcie w chwilach zwątpienia oraz nieustającą motywację.

Bardzo dziękuję również osobom, które wzięły udział w badaniach i zechciały poświęcić mi swój czas, szczególnie w tak trudnym okresie jakimi była pandemia.

SPIS TREŚCI

Wykaz skrótów.....	
1 WSTĘP.....	6
1.1 Wprowadzenie.....	6
1.2 Opis metody Kinesio Tapingu®.....	9
1.3 Aktualny stan badań nad metodą Kinesio Tapingu®.....	10
1.4 Odniesienia do wpływu Kinesio Tapingu® na krążenie lokalne.....	12
1.5 Wpływ Kinesio Tapingu® na wskaźniki biochemiczne krwi.....	13
1.6 Wpływ Kinesio Tapingu® na zmianę siły mięśniowej.....	14
1.7 Wpływ Kinesio Tapingu® na zmianę temperatury ciała.....	16
2 CEL PRACY.....	17
2.1 Hipotezy badawcze.....	17
3 MATERIAŁ I METODY.....	18
3.1 Zgoda komisji bioetycznej.....	18
3.2 Kwalifikacja osób do badań.....	18
3.3 Procedury badawcze.....	19
3.4 Pomiary przeprowadzone przed nałożeniem plastra.....	20
3.5 Pomiary wykonywane bezpośrednio po naklejeniu plastra.....	20
3.6 Pomiary przeprowadzone po 24 godzinach od nałożenia plastra.....	20
3.7 Pobieranie krwi.....	22
3.8 Pomiar przepływu krwi (blood flow).....	23
3.9 Procedura naklejenia plastrów K-Active Tape®, oraz plastrów Mefix.....	26
3.10 Oznaczenia wskaźników biochemicznych.....	27
3.11 Analiza danych.....	29
4 WYNIKI BADAŃ.....	31
4.1 Osoby badane.....	31

4.2	Wartości pomiarów przepływu krwi	32
5	WSKAŹNIKI BIOCHEMICZNE	36
5.1	Profil aktywnych substancji endogennych: beta endorfina, interleukina 6, interleukina 10	36
5.2	Profil odżywienia: białko całkowite, albuminy, glukoza	42
5.3	Profil wysiłkowy: kinaza kreatynowa, mleczan, pirogronian, dehydrogenaza mleczanowa, aminotransferazy: alaninowa i asparaginowa.....	44
6	WSKAŹNIKI BIOFIZYCZNE – temperatura, siła mięśniowa	53
7	DYSKUSJA.....	58
7.1	Wprowadzenie.....	58
7.2	Przepływ krwi w obszarze oddziaływania Kinesio Tapingu®	60
7.3	Zmienność wskaźników biochemicznych po zastosowaniu Kinesio Tapingu®	63
7.4	Profil odżywienia.....	68
7.5	Profil wysiłkowy: kinaza kreatynowa , pirogronian, mleczan, dehydrogenaza mleczanowa, aminotransferazy: alaninowa i asparaginowa.....	69
7.6	Wskaźniki biofizyczne: temperatura, siła mięśniowa	73
8	PODSUMOWANIE	76
9	WNIOSKI.....	77
10	BIBLIOGRAFIA.....	78
11	SPIS RYCIN.....	92
12	SPIS TABEL	95
13	STRESZCZENIE	97
14	ABSTRACT	99

Wykaz skrótów

- ALT- aminotransferaza alaninowa
- AST- aminotransferaza asparaginowa
- AWF- Akademia Wychowania Fizycznego
- CK- kinaza kreatynowa
- CMBC- (*ang. Concentration of blood cells moving*) koncentracja elementów morfotycznych
- EMG- elektromiografia, elektromiogram
- HR- (*ang. Heart rate*) częstotliwość skurczów serca
- KT- Kinesio Tape[®], Kinesio Taping[®]
- KTA- Kinesio Taping Association
- La - mleczan
- LDF- Laser Doppler Flowmetry
- LDH- dehydrogenaza mleczanowa
- Pa - pirogronian
- PD - plastrowanie dynamiczne
- PNF- (*ang. Proprioceptive Neuromuscular Facilitation*) Proprioceptywne Nerwowo-Mięśniowe Torowanie
- PT- placebo taping
- PU- (*ang. Perfusion Units*) wartość przepływu krwi
- ST- Sport Tape[®]
- TB- (*ang. Total Backscatter*) ilość światła odbitego i powracającego do fotodetektora
- UN- układ nerwowy
- OUN- ośrodkowy układ nerwowy
- VAS- (*ang. Visual Analog Scale*) analogowa, wizualna skala oceny bólu
- Vel- (*ang. Velocity*) średnia szybkość ruchu elementów

1 WSTĘP

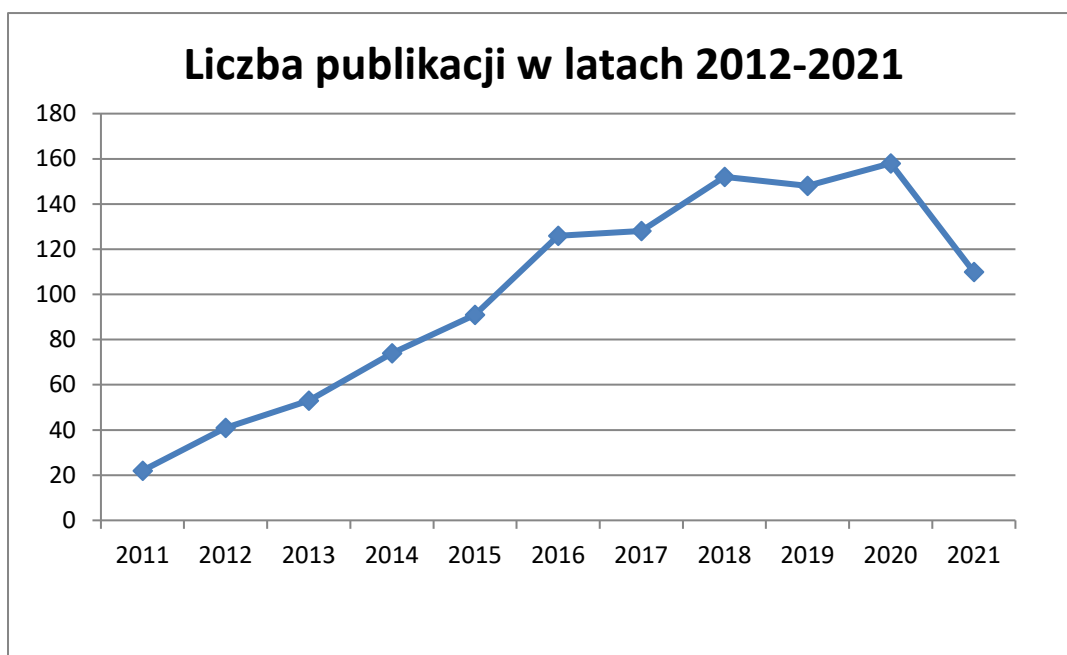
Historia fizjoterapii sięga czasów starożytnych, a pierwsze wzmianki o stosowaniu zabiegów manualnych lub wykorzystywaniu czynników fizykalnych w celach leczniczych pochodzą z Chin i datowane są na około 3 tys. lat p.n.e. [Biegański i Polewska, 2015]. Pojęcie fizjoterapii oraz rehabilitacji są zbieżne, jednak nie należy stosować ich zamiennie. Rehabilitacja jest szerokim, złożonym procesem, w skład którego wchodzi działania lecznicze, zawodowe oraz społeczne, natomiast fizjoterapia jest elementem procesu rehabilitacji, podejmującym działania mające na celu poprawę stanu fizycznego pacjentów [Gańczyk i in., 2016]. Na przestrzeni lat nazwy, formy, kompetencje oraz metody rehabilitacji zmieniały się niejednokrotnie, jednak zawsze nadrzędnym celem było utrzymanie pacjentów w możliwie najlepszej kondycji fizycznej [Milanowska, 2001; Śliwiński i Sieroń, 2014]. Stąd też ciągła potrzeba poszukiwania nowych metod, które w skuteczny sposób wspierałyby chorych w procesie zdrowienia. Jedną z nich stała się metoda, opracowana w 1973 roku nazwana Kinesio Tapingem®. Jej twórca Kenzo Kase oparł swój model na wykorzystaniu efektów zastosowania elastycznego, bawełnianego plastra. Metoda ta, ze względu na małą inwazyjność okazała się elementem terapii doskonale tolerowanym przez pacjentów. Równocześnie, Kinesio Taping® pokazał, jak istotne jest przy wprowadzaniu nowej metody wskazanie czynników decydujących o efektywności tejże procedury terapeutycznej, potwierdzonej empirycznymi danymi uzyskanymi podczas pomiarów przeprowadzonych na osobach badanych.

1.1 Wprowadzenie

W 1973 roku, japoński chiropraktyk Kenzo Kase, przedstawił opracowany przez niego sposób postępowania fizjoterapeutycznego nazwany Kinesio Tapingem® (KT). Ten sposób terapii dotarł do Europy w 1998 roku, natomiast w Polsce został rozpowszechniony sześć lat później. Kenzo Kase przy tworzeniu nazwy swojej autorskiej metody terapeutycznej wykorzystał termin „kinezylogia”, czyli nauka o ruchu człowieka, co miało przedstawiać sposób oddziaływania plastra na tkankę. Kinesio Taping® w literaturze, zwłaszcza angielskojęzycznej, określany jest również jako kinesiologytaping, kinesiotaping, czy kinesiologytape. Różnice w pisowni, ale też w doborze nazw, były skutkiem zastrzeżenia oryginalnej nazwy przez jej twórcę. Ponadto, tworzące się w kolejnych latach międzynarodowe stowarzyszenia zrze-

szające zwolenników metody KT zaproponowały nowe nazwy, „Kinesiologia taping” w Niemczech lub „Plastrowanie dynamiczne” w Polsce. Popularności KT w kraju sprzyjał znaczny wzrost zainteresowania tą metodą wśród naukowców-fizjoterapeutów, intensyfikacja badań naukowych z tego obszaru oraz stanowisko Rad Wydziałów polskich Uczelni, które procedowały przewody doktorskie o tematyce „Plastrowania dynamicznego” [Śliwiński i Krajczy, 2014; Mędrak i in., 2017].

Kinesio Taping® został rozpowszechniony na świecie głównie dzięki sportowcom. Poprzez promocję medialną, metoda ta zaczęła być z sukcesem wykorzystywana w praktyce fizjoterapeutycznej, ortopedycznej, neurologicznej czy logopedycznej. O dużym zainteresowaniu terapeutycznymi właściwościami plastrów świadczy wysoka i zwiększająca się w każdym roku liczba przeprowadzonych i opublikowanych badań z tego obszaru (Ryc. 1).



Rycina 1. Liczba prac naukowych dotycząca plastrowania dynamicznego (Kinesio Tapingu®), opublikowanych w okresie ostatnich 10 lat i dostępnych w bazie PubMed po wpisaniu słowa kluczowego „kinesiotaping”

Naukowcy i praktycy zajmujący się fizjoterapią, poza poszukiwaniem kolejnych obszarów zastosowania KT, zmięrzali przede wszystkim do poznania mechanizmów, które mogłyby tłumaczyć pozytywne, terapeutyczne działania plastra, o którym informowali pacjenci. Analizując dostępne publikacje dostrzega się, że na przestrzeni lat wykorzystywano w tym celu

coraz nowsze i bardziej obiektywne metody pomiarowe. Na początku opierano się przede wszystkim na ocenie subiektywnych odczuć badanych osób wykorzystując do pomiarów stosowane najprostsze narzędzia, zwłaszcza wizualną skalę analogową, VAS (*ang.* Visual Analogue Scale), za pomocą której pacjent lub osoba badana określali nasilenie dolegliwości bólowych. Wraz z rozwojem techniki medycznej oraz zdobytą już wiedzą na temat KT, wprowadzono sprawdzone wcześniej, bardziej obiektywne metody pomiarowej jak elektromiografia (EMG), czy posturograf [Brychcy i Pawlak, 2018]. Pomimo wykorzystania różnych metod pomiarowych oraz wielu lat praktycznych zastosowań Kinesio Tapingu[®], nie udało się jednoznacznie ustalić mechanizmu lub przynajmniej elementów determinujących skuteczność tej metody ani też określić ewentualnych czynników modulujących efekt terapeutyczny.

Równocześnie poszukiwano jeszcze bardziej skutecznego modelu plastrowania, opartego na kryteriach naukowych i uwzględniającego aspekty neurofizjologiczne, biofizyczne i anatomiczne. Prekursorem nowego, skórniego modelu plastrowania stał się Tsutomu Fukui, profesor Uniwersytetu Bunkyo Gakuin w Tokio (Japonia). Wykazał on, iż efektywności KT nie należy upatrywać wyłącznie w określonym procedurami oklejaniu manifestującego dyskomfort obszaru ciała i oddziaływaniu na mięśnie, jak zakładał jej twórca. Ponadto skuteczności Kinesio Tapingu[®] doszukiwał się w wykorzystaniu fizjologicznych właściwości skóry, zwłaszcza możliwości jej powrotu do pierwotnej pozycji po rozciągnięciu oraz na nieprzekraczaniu linii środkowej ciała, podczas wykonywania ruchu [Fukui i in., 2017]. Fukui zwrócił uwagę na skórę, uwzględniając znaczenie tego niezwykle ważnego narządu naszego ciała o złożonej budowie i wielorakich funkcjach, oraz powierzchni wynoszącej od 1,6 do 2,0 m² u osoby dorosłej. Odgrywa ona niezwykle istotną rolę w naszym organizmie, chroniąc go przed czynnikami zewnętrznymi, umożliwiając odbiór szeregu bodźców czuciowych, włączając się w termoregulację, syntezę niektórych związków chemicznych (np. witaminy D), oraz wspomagając odpowiedź immunologiczną [Wolski i Kędzia, 2019]. Szczególne znaczenie, ciągle nie do końca poznane i stanowiące nadal obiekt intensywnych prac badawczych, ma strukturalne i funkcjonalne powiązanie układu nerwowego ze skórą [Legat i in. 2002; Janowski, 2005]. Obwodowy układ nerwowy, ośrodkowy układ nerwowy oraz skóra mają wspólne pochodzenie embriologiczne, rozwijają się bowiem z ektodermy tego samego listka zarodkowego. Spójność struktury i funkcji tych dwóch obszarów manifestuje się poprzez transdukcję i transformację bodźców mechanicznych, termicznych i chemicznych odbieranych z otoczenia przez sensory rozmieszczone w skórze [Panconesi, 1996]. Relacje te dostrzec można także w procesach regulacyjnych naczyń krwionośnych zasilających skórę, w które włączony jest układ wegetatywny. Również funkcja wolnoprzewodzących włókien nerwowych (nocycep-

tywnych), zapewniających dośrodkową kondukcję bodźców szkodliwych dla tkanki (nocyceptywnych), które jednak przy specyficznym podrażnieniu (np. odruch aksonalny), mogą uwalniać eferentnie neurotransmitery, zwłaszcza czynniki stanu zapalnego, bezpośrednio lub pośrednio modulując przebieg stanu zapalnego, wskazuje na swoiste funkcjonalne sprzężenie obwodowego układu nerwowego z tym wielofunkcyjnym narządem, jakim jest skóra [Pincelli i in., 1993; Pawlak, 2019].

1.2 Opis metody Kinesio Tapingu®

Pionier Kinesio Tapingu®, Kenzo Kase skuteczność swojej metody upatrywał w elastycznych właściwościach bawełnianego plastra, który jest pokryty wodoodpornym, hipoalergicznym klejem. W praktyce fizjoterapeutycznej zdarzają się jednak przypadki reakcji uczuleniowych na klej, który jest aktywowany dopiero po aplikacji plastra poprzez jego pocieranie [de Ru i Mikołajewska, 2017]. Kształt taśmy nakładanej na skórę uzależniony jest od wyboru techniki oraz przewidywanego miejsca jej umieszczenia. Najczęściej stosowane kształty plastrów zbliżone są do liter I, X oraz Y, przy czym w zależności od wybranej techniki aplikacji, stosowany jest odpowiedni stopień ich naciągu mierzony relacją długości plastra uwolnionego od fabrycznego podłoża, do jego wymiaru po nałożeniu na skórę. Przykładowo, podczas aplikacji limfatycznej wykorzystywanej m.in. do zmniejszania obrzęków u kobiet po mastektomii, stosuje się naciąg plastra o wartości 10%, natomiast w przypadku koślawości stawu łokciowego wartość ta może ulec zwiększeniu nawet do 75% [Grześkowiak i in., 2014; de Ru i Brychcy, 2016]. Dotychczas opracowano 6 głównych technik aplikacji plastrów: więzadłową, korekcyjną, funkcjonalną, mięśniową, limfatyczną oraz powięziową. Wybór odpowiedniej z nich, zwłaszcza dobór kształtu taśm, kierunku aplikacji oraz stopnia naciągu, zależy od rodzaju schorzenia [Kołodziej i in., 2013]

Zdaniem Śliwińskiego i Krajczy [2014] mechanizm działania KT polega na wykorzystaniu zdolności organizmu do samoleczenia. Zakłada się przy tym, że aplikacja taśmy nie ogranicza ruchu ciała co pozwala na korekcję zaburzonych pozycji stawu, zmniejszenie dolegliwości bólowych, poprawę przepływu płynów w tkankach, oraz normalizację zaburzonego napięcia mięśniowego [Mikołajewska, 2011; Śliwiński i Krajczy, 2014]. Ponadto, nałożenie taśmy powoduje uniesienie skóry, zwiększając przestrzeń w tkankach podskórnych, w których znajdują się receptory czucia powierzchniowego oraz naczynia limfatyczne i krwionośne. Powyższe ma prowadzić do zmniejszonego drażnienia mechanoreceptorów oraz nocyceptorów rozmieszczonych w skórze, a w efekcie zmniejszenia odczuwania bólu [Kase i in., 2003].

Kenzo Kase uważał ponadto, że zwiększenie przestrzeni między powięzią otaczającą mięśnie, a skórą, prowadziło do obniżenia ciśnienia krwi oraz usprawnia przepływ chłonki, co skutkuje zmniejszeniem procesu zapalnego [Kase, 2003, Mędrak i in., 2017]. Twórca metody zakładał również, że odpowiednia aplikacja plastra, może prowadzić do wyhamowywania napięcia mięśni nadmiernie pobudzonych, natomiast w mięśniach o obniżonej sile, do jego zwiększenia [Mędrak i in., 2017; Basset i in., 2010]. Inni autorzy wskazywali też na wspomaganie przez KT procesu regeneracji mięśni i redukują ich zmęczenia [Bac i in. 2009, Michalak i in., 2009].

Kinesio Taping® dzięki małej inwazyjności może być stosowany u osób w każdym wieku, w wielu jednostkach chorobowych oraz u zawodników różnych dyscyplin sportowych. Znalazł on swoje zastosowanie m. in. w leczeniu obrzęków pooperacyjnych, u pacjentek po mastektomii, w dolegliwościach bólowych kręgosłupa oraz stawów obwodowych, w zaburzeniach połykania, terapii blizn, a także u pacjentów neurologicznych. Natomiast do przeciwwskazań w stosowaniu tej metody należą: otwarte rany oraz świeże blizny, niezakończony zrost kostny, róża, łuszczyca (unika się wtedy plastrowania miejsc zajętych chorobowo), także świeże tatuaże, gdzie naklejenie taśmy może prowadzić do przesunięcia barwnika pod skórą [Mikołajewska, 2011].

1.3 Aktualny stan badań nad metodą Kinesio Taping®

Metoda Kinesio Tapingu®, mimo wykazanej skuteczności terapeutycznej, nie jest w pełni spójna naukowo i wywołuje szereg kontrowersji. Brak jest bowiem przekonujących, naukowych podstaw wyjaśniających mechanizm oraz sposób jej działania. Większość dotychczasowych badań koncentrowała się na pomiarze subiektywnych efektów terapeutycznych działania taśm, pomijając weryfikowanie ewentualnych neurofizjologicznych czy biochemicznych oddziaływań. Zdecydowanie mniej jest publikacji, które weryfikują efekt plastrowania poprzez wykorzystanie obiektywnych, jednoznacznych metod pomiarowych [Brychcy i Pawlak, 2018]. Stąd też liczne wątpliwości i kontrowersje jakie budzi Kinesio Taping® wśród krytycznych naukowców, praktyków oraz pacjentów. Niektóre z możliwych sposobów wpływu plastrowania na organizm ludzki prezentuje rycina 2.



Rycina 2. Możliwe mechanizmy oddziaływania plastrów Kinesio Tape® na ból mięśniowo-powięziowy [Wei-Ting i in., 2015]

Kinesio Taping® cieszył się od początku dużą popularnością u zawodników różnych dyscyplin sportu. Niewątpliwą zaletą stosowania tej metody u sportowców jest możliwość kontynuowania treningów i przygotowań do planowanych imprez sportowych. W przypadku tej grupy osób stosowane są przeważnie aplikacje limfatyczne, które prowadzą do zmniejszenia pourazowych obrzęków oraz te, które zapobiegają zarówno powtórny uszkodzeniom [Białoszewski i in. 2009], jak też ponownym urazom. Potwierdzili to w swoich badaniach m.in. Shapiro i in. [1994] oraz Simoneu i in. [2007], wykazując skuteczność KT w polepszaniu stabilności stawu skokowego oraz poprawie czucia głębokiego.

Pozytywne oddziaływanie KT stwierdzono również u pacjentów po przebytych udarach mózgu, co manifestowało się poprawą stereotypu chodu [Michalak i in. 2009]. Natomiast Śliwiński i in. [2008] opisali skuteczne efekty łączenia Kinesio Tapingu® z metodą PNF, czyli proprioceptywnym nerwowo-mięśniowym torowaniem ruchu (*Proprioceptive Neuromuscular Facilitation*). Wykazano też polepszenie sprawności kończyny górnej, niwelowanie rotacji tułowia oraz wspieranie postawy wyprostnej po zastosowaniu metody plastrowania dyna-

micznego. Zauważono ponadto efekty terapeutyczne Kinesio Tapingu® w przypadku leczenia obrzęków powstałych między innymi po mastektomii [Lipińska i in., 2007; Tsai i in., 2009; Pyszora i Krajnik, 2010, Smykla i in., 2013].

1.4 Odniesienia do wpływu Kinesio Tapingu® na krążenie lokalne

Mechanizm działania plastra według Kenzo Kase zakładał aktywny wpływ taśm na zmiany w układzie krążenia lokalnego [Woodward i in., 2015], gdzie dochodzi do zwiększonego przepływu krwi w obszarze aplikacji, a w konsekwencji do usprawniania procesu terapeutycznego [Śliwiński i Krajczy, 2014]. Ocena licznych obserwacji oraz uzyskane wyniki przeprowadzonych dotąd badań pozwalają wnioskować, że mechanizm zaproponowany przez twórcę metody nie odzwierciedla jednak w pełni stanu faktycznego. Jedne z pierwszych badań analizujących zmianę przepływu krwi po zastosowaniu Kinesio Tapingu® u piłkarzy przeprowadził Woodward w 2015 roku. Stosując Laser Doppler Flowmetry (LDF), wykazał, że KT nie zmieniał w sposób statystycznie istotny przepływu krwi w obszarze poddanym aplikacji u osób zdrowych [Woodward i in., 2015]. Podobnych obserwacji dokonano przy zastosowaniu innych technik badawczych, w tym kamery termowizyjnej [Jae-Man i Jung-Hoon, 2018]. Zasadniczo, do dzisiaj nie opublikowano wyników badań, które potwierdzałyby bezpośrednio wpływ KT na układ krążenia, a zwłaszcza na proces mikrokrażenia. Nie można natomiast wykluczyć efektów wpływających pośrednio, bądź też indukowanych odruchowo. W przeprowadzonych badaniach pilotażowych Shaha i in. [2018] wykazali, iż taśma KT naklejona w okolicy wyrostków kolczystych kręgosłupa C1-Th2 może w sposób znaczący obniżyć ciśnienie krwi u osób z nadciśnieniem tętniczym. Również Fukui i in. [2017] zaobserwowali, iż stymulacja skóry poprzez jej aktywne naciągnięcie przez plaster, może oddziaływać pośrednio na mięśnie na zasadzie odruchu. Wnioskowano tak na podstawie badania naturalnych kierunków ruchu skóry, które bazują na modelu ślizgowym powięzi powierzchownej, względem tkanki podskórnej. Wykazano doświadczalnie, iż przodopochylenie miednicy w pozycji stojącej prowadzi do przesuwania się skóry na przedniej stronie uda do góry, a na stronie tylnej w dół. Natomiast podczas tyłopochylenia miednicy, ruch skóry na udzie był przeciwny [Fukui i in., 2016; Fukui i in. 2017]. Obserwacje te przeprowadzono na osobach zdrowych, a ich efekt skłaniał do rozważenia innych, możliwych sposobów działania plastra niż te, które opisał jej twórca Kenzo Kase.

1.5 Wpływ Kinesio Tapingu® na wskaźniki biochemiczne krwi

Tylko w nielicznych publikacjach, w których autorzy badali bezpośredni lub pośredni efekt terapeutyczny Kinesio Tapingu® na tkankę, zwłaszcza w obszarze oddziaływania plastra, określano stężenie wybranych wskaźników biochemicznych we krwi.

W badaniach własnych, autorka charakteryzuje po raz pierwszy, w tak szerokim zakresie, poziom wskaźników biochemicznych we krwi osób, które podlegały procedurze Kinesio Tapingu®. W swojej pracy oznaczyła również aktywność kinazy kreatynowej (CK) najbardziej specyficznego markera uszkodzeń mięśni poprzecznie prążkowanych, wykorzystywanego w kontrolowaniu obciążeń wysiłkowych oraz mleczanu (La), klasycznego wskaźnika charakteryzującego adaptację komórek, zwłaszcza mięśniowych, do obciążeń [Podgórski, 2020]. Monitorowanie dehydrogenazy mleczanowej (LDH) uzupełniało charakterystykę zdolności organizmu do utylizacji mleczanu z krwi, mimo, iż enzym ten nie jest całkowicie specyficzny i jego aktywność wykazuje dużą zmienność osobniczą. Do pełniejszej charakterystyki badanych osób oraz ich ewentualnej reakcji na obciążenia oznaczono aminotransferazę asparagininową (ASP), określaną jako marker uszkodzenia mięśnia sercowego oraz aminotransferazę alaninową (ALT), obrazującą funkcjonowanie wątroby. W praktyce sportowej oba te enzymy traktowane są jako markery obciążeń wysiłkiem fizycznym. Zmiany aktywności ALT i ASP można bowiem interpretować jako wskaźniki stanu przemęczenia lub zespołu przetrenowania [Podgórski, 2020].

Ze względu na wielokierunkowe działanie i rolę w przebiegu procesu zapalnego oznaczono poziom dwóch cytokin, interleukiny 6 (IL-6) oraz interleukiny 10 (IL-10). Według klasycznego podziału, pierwsza z nich należy do grupy typowych cytokin prozapalnych, druga do przeciwzapalnych (Rittner i in., 2002). IL-6 wytwarzana jest przez różne komórki: makrofagi, neutrofile, komórki tłuszczne, fibroblasty, ale też neurony i komórki glejowe (Kishimoto i Tanaka, 2014.). Interleukina 6 realizuje swoje zadania korzystając z dwóch różnych dróg: modelowej drogi sygnałowej, gdzie wiąże się z receptorem błonowym IL-6, albo z transsygnałowej ścieżki prozapalnej, tworząc kompleks z rozpuszczalnym receptorem dla tej interleukiny (Rose-John, 2012; Garbers i in., 2015).

Dotychczas, w piśmiennictwie wiadomo, iż Ko i Kim [2021] zbadali poziom mleczanu, kinazy kreatynowej (CK), dehydrogenazy mleczanowej (LDH) oraz amoniaku we krwi w spoczynku, bezpośrednio po wysiłku oraz 24 i 72 godziny po przeprowadzeniu ćwiczeń izokinetycznych, nie wykazując zmiany ich aktywności w sposób istotny statystycznie. Podobne wnioski z przeprowadzonych badań podali Kanik i in. [2019], badając ewentualny wpływ

Kinesio Tapingu® na opóźnioną bolesność mięśniową. Aby zweryfikować tę hipotezę, zmierzili oni poziom dehydrogenazy mleczanowej, mioglobiny, białka C-reaktywnego oraz kinazy kreatynowej, uzyskując jedynie istotnie statystyczne różnice w odniesieniu do kinazy kreatynowej. Aktywność tego enzymu, mierzona po 72 godzinach od wysiłku była wyższa w grupie poddanej oddziaływaniu Kinesio Tapingu®, w porównaniu do grupy placebo. W pomiarach dokonanych natychmiast po wysiłku oraz po 48 godzinach, nie otrzymano istotnych statystycznie różnic w odniesieniu do wspomnianych wskaźników.

W pracy określono również poziom β -endorfiny, istotnego czynnika endogennego, elementu opioidowego systemu antynocyceptywnego, włączonego w regulację i przywracanie organizmowi homeostazy [Pilozzi i in., 2020] oraz aktywnie uczestniczącego w modulacji procesów analgetycznych i efekcie placebo [Bender i in., 2007; Scheef i in., 2012; Pawlak, 2019].

1.6 Wpływ Kinesio Tapingu® na zmianę siły mięśniowej

Zdaniem Kiebzak i in. [2012], Kenzo Kase oparł działanie plastra na modelu tensegracji opracowanym pierwotnie dla celów technicznych przez Richarda Buckminstera Fullera i Snelsona. W odniesieniach biologicznych, zwłaszcza do ludzkiego ciała, rozchodzi się o wzajemne oddziaływanie poszczególnych elementów w złożonej strukturze fizycznej, zwłaszcza przenikanie i współzależność struktur miękkotkankowych, z których jest ono zbudowane [Stecco i Stecco, 2019; Schleip i in., 2019].

Kenzo Kase zaproponował, iż odpowiedni sposób aplikacji plastra może modulować siłę skurczu mięśnia, a zatem taśma naklejona od przyczepu początkowego mięśnia do przyczepu końcowego, powinna oddziaływać hamująco na jego pracę. W przypadku odwrotnej aplikacji, od przyczepu końcowego do przyczepu początkowego, należy natomiast oczekiwać poprawy pracy mięśnia [Rowley i in., 2011]. Na tej podstawie, na przestrzeni lat, zostały przeprowadzone liczne badania dotyczące wpływu KT na zmianę siły mięśniowej, jednak wyniki tych badań pozostają sprzeczne [Fukui i in., 2017]. W jednym z nich oceniono bowiem efekt Kinesio Tapingu® w trzech grupach zdrowych mężczyzn o średniej wieku 20 lat, odpowiednio bez zastosowania Kinesio Tapingu®, z tapingiem placebo i z KT [Chang i in., 2010]. W kolejnych studiach grupę badaną stanowili sportowcy, u których wystąpiła tendinopatia nadkłykcia przysródkowego kości ramiennej [Chang i in., 2013]. Zastosowano u nich aplikację KT na zginacz stawu promieniowo-nadgarstkowego, która miała przysposabiać do zwiększenia siły skurczu mięśnia. Uzyskane wyniki nie wykazały jednak istotnych różnic odnośnie do siły mięśniowej w badanych grupach. Stwierdzono natomiast, że zastosowanie KT na prostowniki

stawu promieniowo-nadgarstkowego nie wpływało w sposób znaczący na maksymalną siłę chwytu [Cai i in., 2016], tak jak zakładał Kenzo Kase i przytoczona przez niego teoria tensegracji. Równocześnie wyniki badań innych autorów wykazały, iż Kinesio Taping® może modulować zmianę siły chwytu dłoni [Lemos i in., 2015]. Uczestnicy grupy badanej zostali przez tych autorów losowo przydzieleni do jednej z 3 grup. Pierwszą stanowiły osoby u których nie aplikowano plastra, kolejną - osoby u których wykonano aplikację plastra bez napięcia, natomiast u osób w ostatniej grupie zastosowano aplikację z naciągnięciem plastra. Jak wspomniano wcześniej, w zależności od schorzenia i zastosowanej techniki, w praktyce fizjoterapeutycznej stosuje się odpowiednie stopnie naciągu plastra. W przytoczonych badaniach [Lemos i in., 2015] wykazano znaczącą różnicę w poprawie siły mięśniowej w grupie, w której wykonano aplikację z naciągiem taśmy.

Warto też nadmienić, że przeprowadzono badania wpływu KT na siłę mięśnia czworogłowego uda [Lins i in., 2013]. Uzyskane wyniki wykazały brak wpływu zastosowanej procedury na siłę wyprostów w stawie kolanowym u zdrowych kobiet. Podobne wyniki otrzymał Fu i in. [2008], którzy sprawdzali uzależnienie skuteczności aplikacji mających przysposabiać do wzrostu siły mięśnia w różnych odstępach czasowych. Pomiarów dokonywano przed naklejeniem taśm oraz natychmiast po ich aplikacji. Wykazano w ten sposób nie tylko, że Kinesio Taping® nie wpływa na zmianę siły mięśniowej, ale również, że czas aplikacji nie oddziałuje w sposób statystycznie istotny na skuteczność jego działania. Dostępne są jednak wyniki badań, w których zauważono wzrost aktywności bioelektrycznej mięśnia obszernego przysrodkowego po zastosowaniu KT [Słupik i in., 2007]. Przeprowadzono również badania wśród pacjentów po przebytych udarach mózgu [Ekiz i in., 2015], u których zaobserwowano poprawę wskaźników izokinetycznych po niedowładnej stronie oraz osób ze zdiagnozowaną chorobą zwyrodnieniową stawów, u których również wystąpiły pozytywne efekty stosowania Kinesio Tapingu® w postaci zmniejszenia dolegliwości bólowych oraz tak jak w przypadku badań Ekiz i in. [2015], poprawy wskaźników izokinetycznych [Anandkumar i in., 2014].

Aktualny stan wiedzy w zakresie wpływu plastrowania na siłę mięśniową skłania jednak do przyjęcia stanowiska o braku obiektywnych i rzetelnych dowodów na modulowanie tej cechy przez Kinesio Taping®.

1.7 Wpływ Kinesio Tapingu® na zmianę temperatury ciała

Badając efekty stosowania Kinesio Tapingu®, monitorowano również zmiany temperatury ciała badanych osób. Według Kenzo Kase [2003] aplikacja plastra prowadzi do uniesienia skóry, co powoduje zwiększenie przestrzeni dla przepływu krwi oraz chłonki i usposabia też do odruchowego rozluźnienia mięśni gładkich naczyń krwionośnych, czyli wazodylatacji [Markowska i Markowski, 2018]. W badaniach przeprowadzonych przez Yang i Lee [2018] wykazano, iż sposób aplikacji plastra (z naciągiem lub bez niego) wpływał istotnie statystycznie na zmianę temperatury ciała w obszarze jego oddziaływania, co potwierdzono już w piątej minucie od jego naklejenia. Wyniki tych badań były zbieżne z obserwacjami Liu i in. [2020], którzy wykazali, iż rodzaj aplikacji może wpływać na zmianę lokalnej temperatury ciała w pierwszych 10 minutach od naklejenia plastra. W literaturze przedmiotu znajduje się coraz więcej doniesień [Pergola i in. 1993] na temat modulacji temperatury przez KT, stąd też postanowiono uwzględnić ten czynnik w badaniach własnych.

2 CEL PRACY

Celem przeprowadzonych badań było obiektywne uchwycenie ilościowych oraz jakościowych zmian wskaźników biochemicznych i fizjologicznych, które mogą być rozpatrywane jako atrybuty efektywności metody Kinesio Taping[®]. Celem było również zwrócenie szczególnej uwagi na problematykę mikrokrążenia oraz modulację lokalnego przepływu krwi w obszarze oddziaływania plastra w różnych odniesieniach czasowych, tzn. przed aplikacją plastra, krótko po jego aplikacji oraz po dobie od zastosowanej aplikacji. Przeprowadzone pomiary powinny również umożliwić wskazanie czynników, które pośrednio lub bezpośrednio wpływają na efekt terapeutyczny.

2.1 Hipotezy badawcze

1. Zastosowanie plastrowania dynamicznego prowadzi do zmian mikrokrążenia w obszarze jego działania.
2. Długość okresu kontaktu plastra ze skórą nie jest obojętny dla efektu terapeutycznego.
3. Kinesio Taping[®] moduluje poziom stężenia wskaźników profilu wysiłkowego, zwłaszcza kinazy kreatynowej, mleczanu, pirogronianu, dehydrogenazy mleczanowej oraz aminotransferaz: alaninowej i asparaginowej.
4. Analgetyczny efekt Kinesio Tapingu[®] rozpatrywać można jako wypadkową procesów hamowania obwodowego sygnału nocycceptywnego oraz aktywności endogennego układu opioidowego.
5. Kinesio Taping[®] wpływa bezpośrednio lub pośrednio na zmianę temperatury ciała w obszarze plastrowania.
6. Plastrowanie dynamiczne może oddziaływać na zmianę siły mięśniowej.

3 MATERIAŁ I METODY

3.1 Zgoda komisji bioetycznej

Projekt planowanych badań, w dniu 6.09.2018 roku, uzyskał zgodę Komisji Bioetycznej przy Uniwersytecie Medycznym im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu oznaczoną numerem 849/18. Przed rozpoczęciem pomiarów wszyscy ochotnicy otrzymali niezbędne informacje dotyczące przebiegu oraz celu badań i wyrazili na nie pisemną zgodę, potwierdzoną własnoręcznym podpisem.

3.2 Kwalifikacja osób do badań

Do badań włączono 20 zdrowych ochotników, studentów Akademii Wychowania Fizycznego im. Eugeniusza Piaseckiego w Poznaniu. Zostali oni rekrutowani na podstawie zasad i kryteriów włączających oraz wykluczających, które mogłyby mieć wpływ na zaburzenie badania. Za kryterium kwalifikujące do udziału w badaniach przyjęto:

- 1) wiek 19-26 lat,
- 2) stan zdrowia określony subiektywnie przynajmniej jako dobry,
- 3) status studenta AWF w Poznaniu,
- 4) pisemne potwierdzenie szczepienia przeciwko COVID-19.

Natomiast za kryteria wykluczające przyjęto:

- 1) znajomość zasad metody Kinesio Tapingu[®],
- 2) choroby skóry,
- 3) korzystanie z zabiegów fizjoterapeutycznych w okresie ostatnich 6 miesięcy,
- 4) uraz badanej kończyny (do 2 lat),
- 5) przyjmowanie leków (przeciwbólowych), w okresie ostatnich 7 dni,
- 6) występujący aktualnie ból ręki.

Osoby zakwalifikowane do badań odpowiedziały na ogłoszenie o naborze, które umieszczono na tablicy ogłoszeń Zakładu Fizjologii i Biochemii oraz opublikowano na forum internetowym studentów AWF. Wyraziły one pisemną zgodę na udział w badaniach. Ze względu na ogłoszony stan epidemii COVID-19 oraz konieczność zapewnienia bezpieczeństwa zarówno

osobom badanym jak też pracownikom Zakładu Fizjologii i Biochemii, w badaniach uczestniczyły wyłącznie osoby zaszczepione. Wszystkie pomiary przeprowadzone zostały w pomieszczeniach Zakładu Fizjologii i Biochemii AWF w Poznaniu, w których panowały przez cały czas trwania badania stałe warunki odnośnie do temperatury i wilgotności.

3.3 Procedury badawcze

W badaniach uczestniczyli studenci AWF w Poznaniu z kierunków Wychowanie fizyczne, Turystyka i rekreacja oraz Fizjoterapia. W tej 20 osobowej grupie 25% stanowili mężczyźni, a 75% kobiety w przedziale wiekowym od 19 do 26 lat (Tab. 4, Str. 32). Każda z tych osób była badana trzykrotnie, w każdym przypadku jako uczestnik kolejnej grupy:

- **doświadczalnej** (Kinesio Tape[®]), w której stosowano plastry K-Active Tape[®], w sposób opisany w podrozdziale 3.9,
- **kontrolnej**, w której pominięto procedurę nakładania plastra,
- **placebo**, w której używano plastrów Mefix aplikowanych w sposób przedstawiony w podrozdziale 3.9.

Każda z grup podlegała takim samym procedurom, opisanym w tabeli 1.

Kolejność przystąpienia danej osoby do określonej grupy ustalana była losowo, przed przystąpieniem do badań, poprzez kolejne wybory trzech numerowanych kartek z nazwą grupy. Badania odbywały się w tygodniowych odstępach. Ochotnicy zostali poinformowani o celu badań, ich przebiegu oraz możliwości rezygnacji z badania w każdym momencie jego trwania bez podania przyczyny. Zostali oni również poproszeni o niewykonywanie intensywnego wysiłku fizycznego w dniach poprzedzających badanie oraz zachowanie jednolitej diety przez cały okres trwania badań, zwłaszcza wykluczenie słodkich przekąsek i alkoholu, które mogłyby wpływać na poziom badanych wskaźników.

Po wypełnieniu kwestionariusza osobowego przeprowadzone zostały pomiary antropometryczne. Masę ciała określono przy pomocy wagi medycznej WPT 60/150 OW firmy RADWAG (Polska).

Po okresie aklimatyzacji w pomieszczeniu trwającym 20 minut, osoba badana przyjmowała pozycję leżącą i po 10 minutach odpoczynku przystępowano do pobrania krwi, a następnie do rejestracji jej przepływu przez 5 minut. Osoby badane wykonywały również trening na dynametrze ręcznym firmy KERN MAP (Version 1.0) oraz podlegali pomiarowi temperatury przy pomocy bezdotykowego termometru BRAUN NTF 3000.

3.4 Pomiary przeprowadzone przed nałożeniem plastra

- Pomiar temperatury ciała pomiędzy ogonami plastra oraz lateralnie.
- Pobranie krwi włóścikowej z IV lub III palca ręki dominującej.
- Przeprowadzenie pomiaru przepływu krwi za pomocą urządzenia PERIFLUX SYSTEM 5000 przez 5 minut.
- Przeprowadzenie treningu przy pomocy ręcznego miernika siły firmy KERN MAP Version 1.0. Osoba badana wykonywała w równym tempie maksymalne ściski miernika do momentu odmowy lub zmniejszania się uzyskiwanych wartości.
- Pobranie krwi włóścikowej z IV lub III palca ręki dominującej (w 3 minucie po naklejeniu plastra),
- Przeprowadzenie pomiaru przepływu krwi za pomocą urządzenia PERIFLUX SYSTEM 5000 przez 5 minut.

3.5 Pomiary wykonywane bezpośrednio po naklejeniu plastra

- Przyklejenie plastra firmy K-Active Tape na obszar przedramienia dominującej kończyny.
- Wykonanie treningu na takich samych zasadach jak było to przeprowadzone przed przyklejeniem plastra.
- Pobranie krwi włóścikowej z IV lub III palca ręki dominującej (w 3 minucie po naklejeniu plastra).
- Pomiar przepływu krwi za pomocą urządzenia PERIFLUX SYSTEM 5000.
- Pomiar temperatury ciała pomiędzy ogonami plastra oraz lateralnie.

3.6 Pomiary przeprowadzone po 24 godzinach od nałożenia plastra

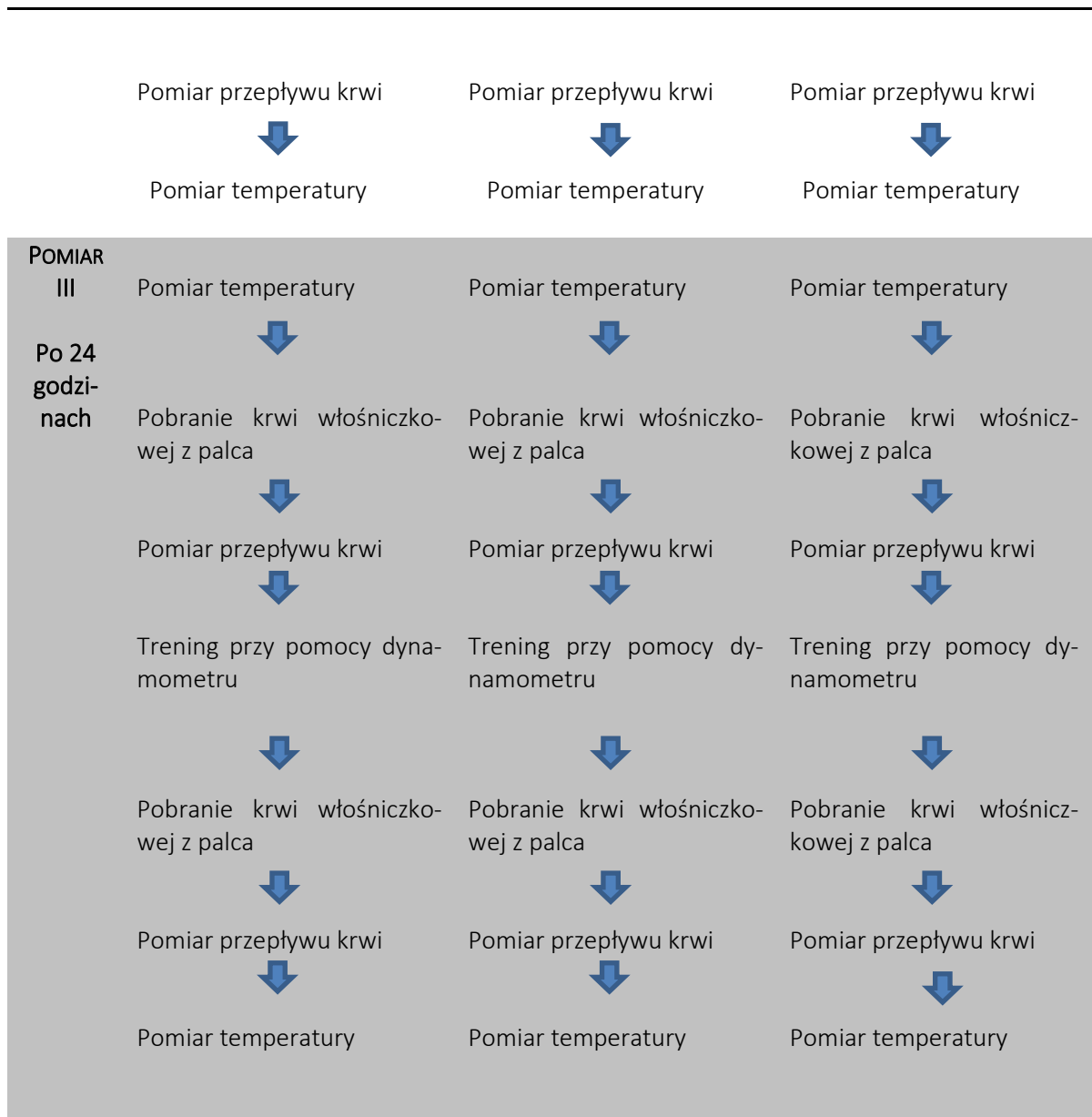
- Po upływie 24 godzin badane osoby stawały się ponownie w Zakładzie Fizjologii i Biochemii w celu wykonania kolejnego pomiaru. Po przeprowadzeniu procedury aklimatyzacji w pomieszczeniu oraz 10 minutowym odpoczynku w pozycji leżącej, następował pomiar temperatury ciała pomiędzy ogonami plastra oraz lateralnie.
- Pobranie krwi włóścikowej z IV lub III palca ręki dominującej.
- Pomiar przepływu krwi za pomocą urządzenia PERIFLUX SYSTEM 5000.
- Wykonanie treningu przy pomocy ręcznego miernika siły KERN MAP Version 1.0.

- Pobranie krwi włóścikowej z IV lub III palca ręki dominującej (w 3 minucie po naklejeniu).
- Pomiar przepływu krwi za pomocą urządzenia PERIFLUX SYSTEM 5000.
- Pomiar temperatury ciała pomiędzy ogonami plastra oraz lateralnie.

W tabeli 1 zamieszczono kolejność wykonywanych czynności podczas badań w poszczególnych grupach.

Tabela 1. Schemat procedury badawczej zastosowanej w badaniach własnych

	GRUPA KONTROLNA	GRUPA DOŚWIADCZALNA	GRUPA PLACEBO
POMIAR I			
	Pomiar temperatury	Pomiar temperatury	Pomiar temperatury
	↓	↓	↓
	Pobranie krwi włóścikowej z palca	Pobranie krwi włóścikowej z palca	Pobranie krwi włóścikowej z palca
	↓	↓	↓
	Pomiar przepływu krwi	Pomiar przepływu krwi	Pomiar przepływu krwi
	↓	↓	↓
	Trening przy pomocy dynamometru	Trening przy pomocy dynamometru	Trening przy pomocy dynamometru
	↓	↓	↓
	Pobranie krwi włóścikowej z palca	Pobranie krwi włóścikowej z palca	Pobranie krwi włóścikowej z palca
	↓	↓	↓
	Pomiar przepływu krwi	Pomiar przepływu krwi	Pomiar przepływu krwi
POMIAR II			
	W grupie kontrolnej pominięto procedurę naklejenia plastra	Aplikacja plastra KT	Aplikacja plastra Mefix
	↓	↓	↓
	Trening przy pomocy dynamometru	Trening przy pomocy dynamometru	Trening przy pomocy dynamometru
	↓	↓	↓
	Pobranie krwi włóścikowej z palca	Pobranie krwi włóścikowej z palca	Pobranie krwi włóścikowej z palca
	↓	↓	↓

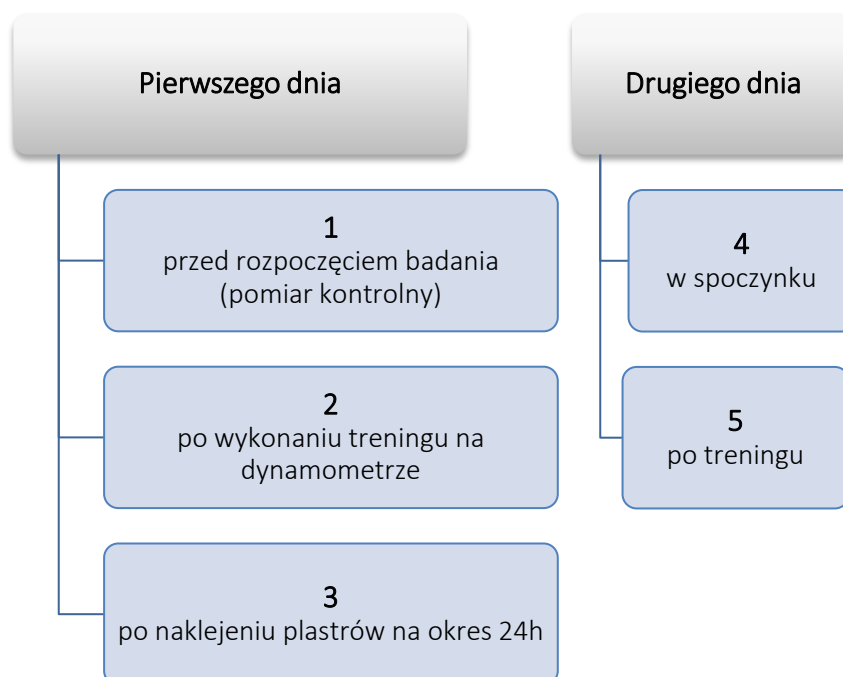


3.7 Pobieranie krwi

Pobieranie krwi do badań oraz izolację osocza i surowicy, frakcji niezbędnych do dalszych analiz, przeprowadzał zawsze dwuosobowy zespół, w którego skład wchodził technik oraz magister analityki medycznej o numerze wpisu na listę diagnostów laboratoryjnych 8704.

Krew pobierano od każdego uczestnika badań pięć razy, w 3 terminach (rycina 3). Krew potrzebną do badań pozyskiwano przy pomocy nakłuwacza Medlance® (HTL-Zone, Niemcy) z IV i III palca ręki dominującej, a miejsce wkłucia każdorazowo odkażano za pomocą gazika nasączonego 70% roztworem etanolu. Następnie krew przenoszono do próbówki Microvette®

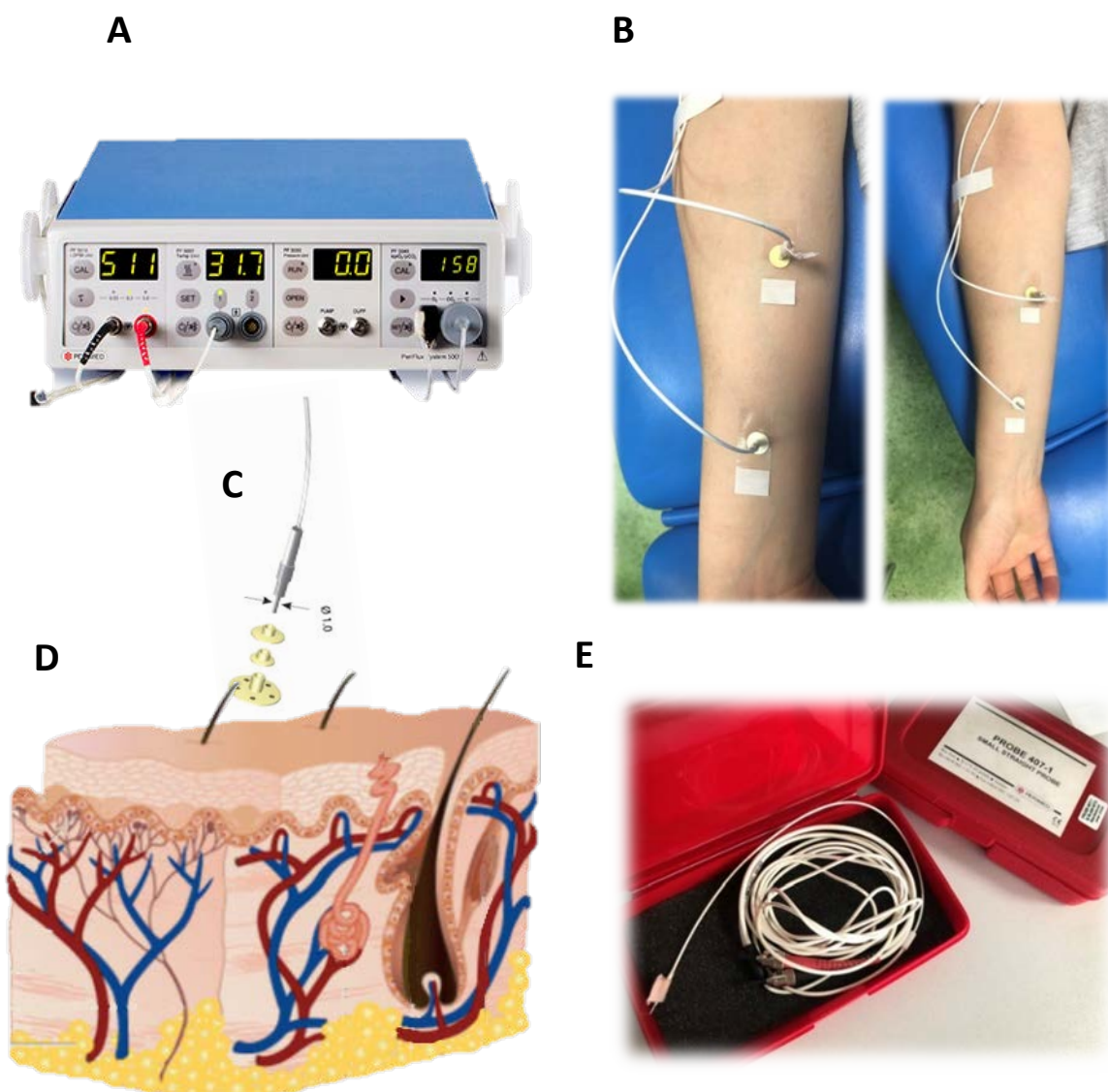
CB 300 Z (Sarstedt, Niemcy), w celu jej odwirowania, a pozyskane frakcje osocza i surowicy zamrożono i przechowywano w temperaturze około - 80° C, do czasu przeprowadzenia pozostałych analiz.



Rycina 3. Schemat pobrania krwi do analiz biochemicznych dla grup: placebo, kontrolnej oraz z plastrem Kinesio Tape®

3.8 Pomiar przepływu krwi (blood flow)

Pomiar przepływu krwi w obszarze plastrowania przeprowadzono korzystając z dwukanałowego urządzenia PeriFlux System 5000 (Perimed, Szwecja). Pierwsze informacje o zastosowaniu techniki laserowo-dopplerowskiej w badaniach mikrokrażenia opublikowano w 1975 roku [Stern, 1975]. Zastosowana w badaniach własnych laserowa technika dopplerowska umożliwia nieinwazyjny, ciągły i bieżący monitoring przepływu krwi w naczyniach lub tkankach, przy pomocy sond mocowanych do skóry za pomocą specjalnych końcówek i taśm klejących (Ryc. 4). Sondy emitują światło lasera i rejestrują jego odbicie od płynących we krwi elementów morfotycznych. Metoda ta pozwala zatem na obiektywną, miejscową rejestrację ukrwienia i ocenę ewentualnych zmian przepływu krwi w odpowiedzi na zastosowane czynniki doświadczalne.



Rycina 4. A. Dwukanałowe urządzenie PeriFlux System 5000. B. Punkty pomiaru przepływu krwi za pomocą sond urządzenia PeriFlux System 5000 umieszczonych na skórze kończyny górnej osoby badanej. C. Sonda wraz z końcówkami, umożliwiającymi montowanie na skórze, zdjęcie producenta D. Unaczyniona skóra E. Zestaw sond urządzenia PeriFlux System 5000 przeznaczonych do kanałów rejestrujących

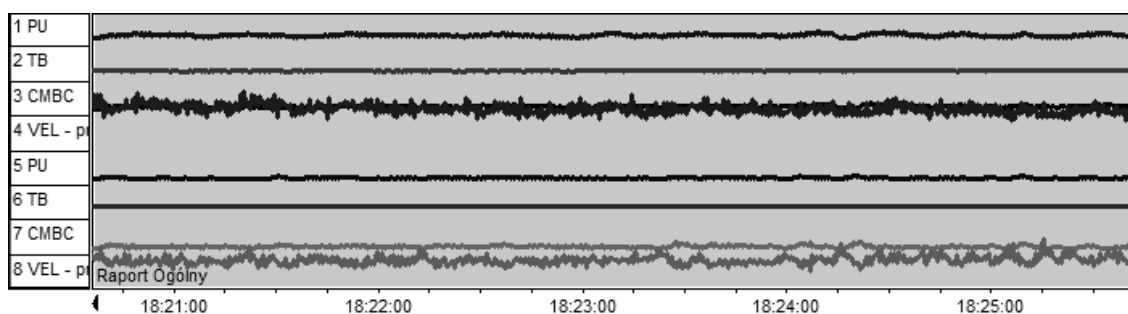
Wynik podawany przez urządzenie PeriFlux System 5000, podobnie jak w przypadku innych tego typu urządzeń, oddaje intensywność i zmiany perfuzji krwi w obszarze zlokalizowanym pod sondą, co można zapisać za pomocą wzoru:

$$\text{Perfuzja (PU)} = \text{CMBC} * \text{Vel}$$

gdzie: **PU** (*Perfision Units*) stanowi wartość perfuzji, **CMBC** (*Concentration of Moving Blood Cells*) oznacza ilość przesuujących się elementów morfotycznych powodujących efekt przesunięcia dopplerowskiego, w obszarze poddanym badaniu, a **Vel** (*Velocity*), jest średnią szybkością przepływu elementów morfotycznych w badanym obszarze [Perimed, 2012].

Pomiar przepływu krwi u badanych osób prowadzony był w każdym terminie pięciokrotnie, przez 5 minut za pomocą dwóch sond rejestrujących z kończyny dominującej. Były one przymocowane za pomocą specjalnych taśm w odległości 1/3 oraz 2/3 długości przedramienia. Celem minimalizowania błędów metodycznych prowadzone były w pozycji leżenia na plecach, za pomocą wcześniej skalibrowanego urządzenia.

Na rycinie 5 podany został przykładowy zapis z urządzenia rejestrującego PeriFlux System 5000. Każdy zapis przeprowadzony u badanych osób, poprzedzony był 10 minutowym odpoczynkiem na kozetce, w pozycji leżącej.



Rycina 5. Przykładowy zapis przepływu krwi w naczyniach za pomocą urządzenia PeriFlux System 5000 Perimed.

Oś X- czas pomiaru [min]

Oś Y- badane wartości, gdzie:

PU_ 1, PU_5- wartości przepływu krwi, perfuzja

TB_2, TB_6- ilość światła odbitego i powracającego do fotodetektora,

CMBC_3, CMBC_7- koncentracja elementów morfotycznych,

VEL_4, VEL_8- średnia szybkość ruchu elementów pomiędzy pomiarami oraz pomiędzy grupami

Urządzenie rejestrujące firmy Perimed umożliwia zapis kilku wskaźników przez każdą z sond. W badaniach własnych rejestrowano wskaźniki charakteryzujące przepływ krwi w dwóch miejscach kończyny górnej (Ryc. 4), co pozwalało na uchwycenie zakresu ich

zmienności wzdłuż długości plastra. Do analizy zmiany mikrokrążenia w obszarze plastrowania w badaniach własnych wykorzystano wartość perfuzji (PU) rejestrowanej przez każdą z sond. Uzyskane zapisy analizowano za pomocą oprogramowania dostarczonego przez producenta urządzenia, firmę Perimed. Umożliwia ono m. in. wygenerowanie raportu ogólnego z przeprowadzonego badania, który zawiera dane pośrednie, oraz wartości PU otrzymane podczas pomiaru.

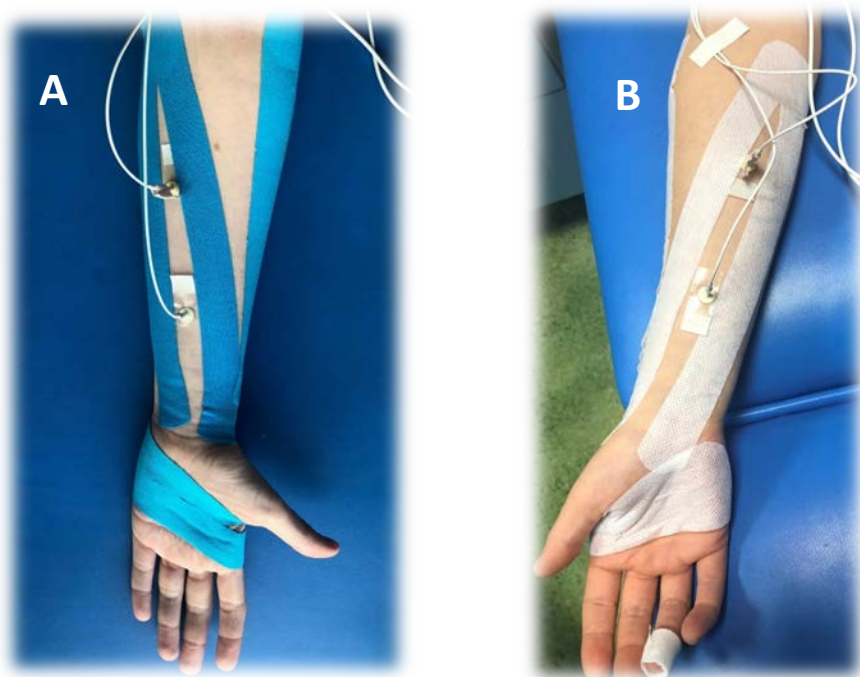
3.9 Procedura naklejenia plastrów K-Active Tape®, oraz plastrów Mefix

Kończyna górna, zwłaszcza obszar przedramienia i dłoni spełnia istotne zadania, szczególnie w zakresie czynności chwytnych, manipulacyjnych i manualnych. W badaniach własnych, uwzględniając aspekty biomechaniki, aplikacji poddane zostały główne mięśnie przedramienia, odpowiedzialne za maksymalny ścisk dłoni, a zatem zginacze i prostowniki stawu promieniowo-nadgarstkowego. Te ostatnie stabilizują staw poprzez blokowanie zginania zainicjowane aktywacją mięśni zginaczy. Podczas mocnego ścisku mięśnie prostowniki utrzymują staw promieniowo-nadgarstkowy w pozycji odchylenia łokciowego ok 5° oraz 35° wyprostu (zgięcia grzbietowego). Takie ustawienie kończyny górnej umożliwia maksymalny ścisk dłoni [Donec i in., 2012].

W trakcie badań, na obszar kończyny górnej przedramienia oraz dłoni ręki dominującej przyklejano plaster, przewidziany metodyką dla danej grupy. W grupie doświadczalnej wykorzystano plaster K-Active Tape®, natomiast u osób z grupy placebo zastosowano plaster Mefix Fixerviles, używany we wcześniejszych badaniach przez Woodward i in. [2015]. Taśmy te, wykonane z bawełny, miały szerokość 5 cm. Różnice dotyczyły ich elastyczności, bowiem taśma K-Active® była taśmą elastyczną, natomiast taśma PT nieelastyczną. Aplikacje taśm u wszystkich uczestników badań przeprowadzane były przez autorkę tej pracy doktorskiej, która ukończyła kurs Kinesio Tapingu®.

Obszar aplikacji został każdorazowo zdezynfekowany płynem do dezynfekcji rąk i skóry Caremedi Viseptol LQ. Przed przystąpieniem do badań przeprowadzone zostały aplikacje kontrolne, celem sprawdzenia występowania ewentualnych artefaktów oraz reakcji alergicznych po zastosowaniu środka dezynfekcyjnego i plastra. Osoba poddana aplikacji leżała na stole rehabilitacyjnym, z kończynami górnymi wyprostowanymi, ułożonymi wzdłuż tułowia, stroną dłoniową ku górze (ułożenie supinacyjne), palce rąk wyprostowane. Podczas naklejania plastrów stosowano ogólnie przyjęte założenia metody Kenzo Kase. Wykorzystano technikę wspomagającą pracę mięśni używając 35% naciągu taśmy KT. Aplikacji poddane zostały mięśnie: mięsień zginacz powierzchowny palców (*musculus flexor digitorum superficialis*),

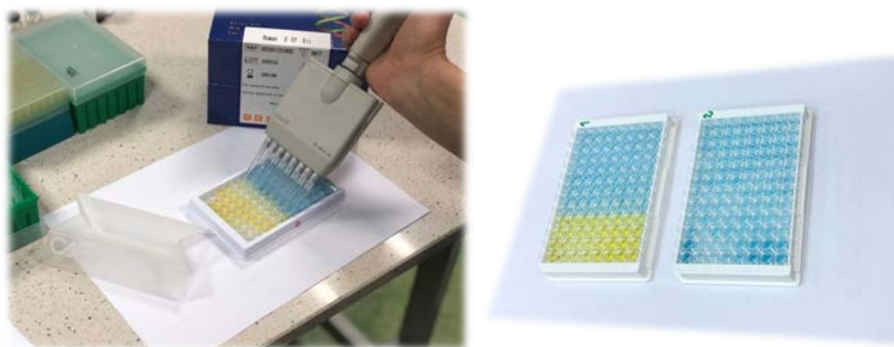
mięsień zginacz głęboki palców (*musculus flexor digitorum profundus*), prostowniki stawu promieniowo- nadgarstkowego, przywodziciel kciuka (*musculus adductor pollicis*), mięsień zginacz krótki kciuka (*musculus flexor pollicis brevis*) [Donec i in., 2012]. Technika naklejenia plastrów dla grupy placebo i grupy doświadczalnej była taka sama, różnice dotyczyły wyłącznie elastyczności plastra oraz koloru, co prezentuje rycina 6.



Rycina. 6. Sposób aplikacji plastrów K-Active Tape® zastosowany w grupie doświadczalnej (A) oraz plastrów Mefix w grupie placebo (B)

3.10 Oznaczenia wskaźników biochemicznych

Po zakończeniu badań, w osoczu lub surowicy pozyskanej od uczestników badań, korzystając z analizatora biochemicznego ACCENT-220S (Cormay, Polska), oznaczone zostały aktywności enzymów: AST (aminotransferaza asparaginowa), ALT (aminotransferaza alaninowa), LDH (dehydrogenaza mleczanowa), CK (kinaza kreatynowa), oraz stężenie albumin, białka ogólnego i glukozy. Natomiast poziom La (mleczanu) i Pa (pirogronianu) określono przy pomocy urządzenia wielodetekcyjnego, czytnika mikroplótkowego BioTek Synergy 2 SIAFRT (BioTek, USA) przy zastosowaniu metody enzymatycznej opartej o metodologię zaproponowaną przez Maughana [1982]. Do oznaczenia poziomu β -endorfiny, interleukiny 6 oraz interleukiny 10 użyto komercyjne zestawy zaprezentowane na rycinie 7 (SunRed Biotechnology Company, Chiny), a odczyt wyników przeprowadzono, korzystając z urządzenia BioTek Synergy 2 SIAFRT (BioTek, USA).



Rycina 7. Zdjęcia wykonane podczas nakładania reagentów podczas oznaczeń poziomu β -endorfiny przy pomocy komercyjnych zestawów (SunRed Biotechnology Company, Chiny). Zdjęcia własne

Wskaźniki biochemiczne, wraz z numerami katalogowymi oraz nazwą producenta zestawiono w tabeli 2, natomiast wartości referencyjne badanych wskaźników, podane przez producentów, zestawiono w tabeli 3.

Tabela 2. Wskaźniki biochemiczne, które zostały oznaczone podczas badań, w zależności do materiału biologicznego z którego zostały pozyskane. Podano również numery katalogowe oraz producenta odczynników wykorzystanych podczas oznaczeń w badaniach własnych

KREW PEŁNA	OSOCZE	SUROWICA
Mleczan (metoda enzymatyczna)	Aminotransferaza asparaginowa (nr kat. 7-214, Cormay, Polska)	β – endorfina (nr kat. 201-12-1292, SunRed, Chiny)
Pirogronian (metoda enzymatyczna)	Aminotransferaza alaninowa (nr kat. 7-216, Cormay, Polska)	Interleukina 6 (nr kat. 201-12-0091C, SunRed, Chiny)
	Dehydrogenaza mleczanowa (nr kat. 7-239, Cormay, Polska)	Interleukina 10 (nr kat. 201-12-0103C, SunRed, Chiny)
	Kinaza kreatynowa (nr kat. 7-220, Cormay, Polska)	Albuminy (nr kat. 2-238, Cormay, Polska)
	Glukoza (nr kat. 7-201 Cormay, Polska)	Białko całkowite (nr kat. 2-236, Cormay, Polska)

Tabela 3. Wartości referencyjne wskaźników biochemicznych wykorzystanych w badaniach własnych na podstawie Dembińska-Kieć, Naskalski [2010] oraz producentów zestawów komercyjnych

Wskaźnik	Skrót	Wartości referencyjne (podane przez producenta)	Jednostka
aminotransferaza asparaginowa	ASP	10-37	[U/l]
aminotransferaza alaninowa	ALT	10-41	[U/l]
dehydrogenaza mleczanowa	LDH	240-480	[U/l]
kinaza kreatynowa	CK	26-190	[U/l]
mleczan	La	0,6-2,0	[mmol/l]
pirogronian	Pa	0,1-0,2	[mmol/l]
albuminy	Alb	3,5 – 5,0	[g/dl]
białko całkowite	TP	6,0-8,0	[g/dl]
glukoza	Glu	60-99	[mg/dl]
beta-endorfiny	β-END	3-600	[ng/l]
interleukina 6	IL-6	4-650	[pg/ml]
interleukina 10	IL-10	4-650	[pg/ml]

3.11 Analiza danych

Wyniki zawarte w tabelach i diagramach umieszczonych w pracy, zostały przedstawione za pomocą średniej i odchylenia standardowego ($M \pm SD$). Wartości badanych wskaźników opracowano statystycznie, a zmienne sprawdzono odnośnie normalności rozkładu, stosując test Shapiro-Wilka. W celu porównania uzyskanych wyników dla poszczególnych punktów pomiarowych oraz danych pomiędzy trzema grupami, przeprowadzono w przypadku rozkładu normalnego analizę wariancji ANOVA – (testy parametryczne) z powtarzalnymi pomiarami (porównania parami z poprawką na porównania wielokrotne Bonferroni), a dla wskaźników nie mających rozkładu normalnego skorzystano z ANOVA Friedmana, pozwalającej na wykazanie różnic w przypadku co najmniej jednej z par analizowanych pomiarów

(porównania parami z poprawką na porównania wielokrotne Bonferroniego).

W analizach przy użyciu analizy wariancji ANOVA zastosowano wielkość efektu η^2 , która jest miarą siły efektu, gdy potrzebna jest informacja, która zmienna niezależna „wpływa bardziej” na zmienną zależną, natomiast w analizach przy użyciu ANOVA Friedmana zastosowano wielkość W , która jest również miarą siły efektu, w przypadku braku rozkładu normalnego danych. W celu określenia wielkości efektu zastosowano ogólnie przyjęte kryteria Cohena [Cohen 1988], które uznają wartości 0,2 - 0,5 za "małe", 0,5 - <0,8 za "średnie", a powyżej 0,8 za "duże", wskazując na liczbę standardowych odchyłeń pomiędzy dwoma średnimi.

Próg poziomu istotności różnic przyjęto we wszystkich obliczeniach na poziomie $p < 0,05$. Analiza statystyczna została wykonana przy użyciu komputerowego pakietu statystycznego SPSS Statistics 27 (IBM Corp. Released 2020. IBM SPSS Statistics for Macintosh, Version 27.0. Armonk, NY: IBM Corp).

Pod tabelami prezentującymi statystyki opisowe zamieszczono skróty nazw testów i obliczanych podczas analizy danych, gdzie: M - średnia, SD - odchylenie standardowe, F - wartość testu (Lambda Wilksa), p - istotność, η^2 - siła efektu (w przypadku, gdy jest rozkład normalny danych) W - siła efektu (w przypadku, gdy nie ma rozkładu normalnego). F_r - wartość testu (ANOVA Friedmana), $\#$ - brak rozkładu normalnego.

4 WYNIKI BADAŃ

Badania, których wyniki opisano w tej pracy, przeprowadzone zostały na grupie ochotników, studentów AWF w Poznaniu, w dniach od 16 listopada do 3 grudnia 2021 roku. Pomiary odbywały się w pomieszczeniach Zakładu Fizjologii i Biochemii, w których panowały stałe warunki w zakresie wilgotności i temperatury. Schemat prowadzonych badań oraz kryteria naboru uczestników, opisane we wcześniejszych rozdziałach (str. 18), pozwoliły na dobór osób świadomych, rozumiejących wymogi prowadzenia badań naukowych. Powyższe potwierdza też rezygnacja tylko jednej z 21 zakwalifikowanych do badań osób.

Uzyskane wyniki pozwoliły na wnikliwą i krytyczną ocenę efektu stosowania Kinesio Tapingu[®], zwłaszcza wpływu takiej aplikacji na modulację mikrokrążenia i temperatury w obszarze oddziaływania plastra, generowaną siłę mięśniową oraz profil niektórych wskaźników biochemicznych. Podczas prowadzonych pomiarów nie zarejestrowano zdarzeń, które mogłyby w jakikolwiek sposób wpłynąć bądź zakłócić ich przebieg.

4.1 Osoby badane

Przed przystąpieniem do badań, ochotnicy, studenci Akademii Wychowania Fizycznego w Poznaniu, w wieku od 19 do 26 lat poddani zostali pomiarom antropometrycznym. Stosowane wyniki zamieszczono w tabeli 4. Większość osób badanych, 75 %, stanowiły kobiety (n=15), natomiast udział mężczyzn w tej grupie wynosił 25% (n=5).

Tabela 4. Wyniki pomiarów antropometrycznych badanej grupy, przeprowadzone przy wykorzystaniu wagi medycznej WPT60/150 OW (Radwag[®], Polska)

Charakterystyka	Średnie wartości dla kobiet	Średnie wartości dla mężczyzn
Wiek [lata]	21,29± 2,05	20,6± 2,19
Wartość minimalna [lata]	19	19
Wartość maksymalna [lata]	23	23
Wysokość ciała [m]	1,68± 0,04	1,84± 0,04
Wartość minimalna [m]	1,60	1,79
Wartość maksymalna [m]	1,73	1,87
Masa ciała [kg]	61,9± 8,2	82,6 ± 11,08
Wartość minimalna [kg]	47	68
Wartość maksymalna [kg]	78	94

4.2 Wartości pomiarów przepływu krwi

W celu weryfikacji hipotezy dotyczącej zmian mikrokrążenia w obszarze objętym oddziaływaniem plastrowania dynamicznego, porównano wartości rejestrowane przez dwie sondy umieszczone w dwóch oddalonych od siebie miejscach na przedramieniu osób badanych, co dodatkowo umożliwiło ocenę ewentualnych zmian mikrokrążenia na większym obszarze badanej kończyny.

Uzyskane wyniki wykazały, że wartości perfuzji w poszczególnych pomiarach pierwszego i drugiego dnia badań, zmierzone przez sondę rejestrującą w odległości 1/3 długości przedramienia mierząc od stawu promieniowo nadgarstkowego (na odczycie z urządzenia oznaczone jako PU_1) oraz taką samą sondę umieszczoną w odległości 2/3 długości przedramienia, mierząc od stawu promieniowo-nadgarstkowego (na odczycie z urządzenia oznaczone jako PU_5), nie różniły się istotnie statystycznie zarówno pomiędzy terminami w poszczególnych grupach jak też pomiędzy grupami.

Uzyskane wyniki pomiarów mikrokrążenia w obszarze rejestracji obu sond zestawiono w tabelach 5 i 6 oraz zobrazowano na diagramach (rycina 8 i 9), uwzględniając badanie przeprowadzone:

- pierwszego dnia w spoczynku (**Pomiar 1**)
- pierwszego dnia po wysiłku (**Pomiar 2**)
- pierwszego dnia po wysiłku i naklejeniu plastra(**Pomiar 3**)
- po 24 godzinach w spoczynku z plastrem(**Pomiar 4**)
- po 24 godzinach z plastrem i po wysiłku (**Pomiar 5**).

Na rycinach opisujących przepływ krwi, przy osiach pionowych (Y) nie zamieszczono jednostek, bowiem żadna z wartości rejestrowanych podczas przepływu krwi (PU, CMB, TB, VEL) nie jest odnoszona do wzorca. Wyniki takich pomiarów zapisywane są jako Perfusion Units (PU), gdzie zmierzona wartość perfuzji (PU1 oraz PU5) jest iloczynem koncentracji elementów morfotycznych i szybkości ruchu elementów morfotycznych w naczyniach badanego obszaru. Inna metoda rejestracji zmian przepływu krwi przewiduje odniesienie wyników z pomiarów kontrolnych, przyjmowanych jako 100%, do wyników uzyskanych po zadziałaniu czynnika doświadczalnego, wyrażone również w procentach [Messlinger i in., 2000].

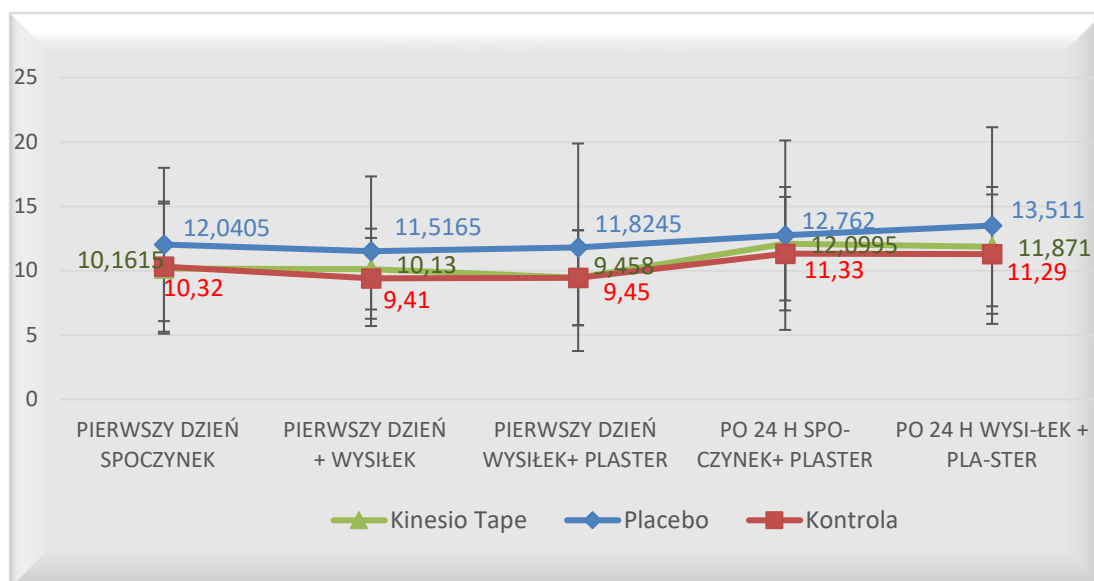
Tabela 5. Statystyki opisowe (średnia i odchylenie standardowe) oraz wyniki testów dla przepływu krwi zarejestrowane przez pierwszą sondą (PU_1) umieszczoną w odległości 1/3 długości przedramienia, mierząc od stawu promieniowo-nadgarstkowego

POMIAR / GRUPA	PIERWSZY DZIEŃ SPOCZYNEK	PIERWSZY DZIEŃ + WYSIŁEK	PIERWSZY DZIEŃ WYSIŁEK+ PLASTER	PO 24 H SPOCZYNEK+ PLASTER	PO 24 H WYSIŁEK + PLASTER	STATYSTYKI
KINESIQ TAPE	M = 10,16; SD = 4,85	M = 10,13; SD = 4,15	M = 9,46; SD = 4,91	M = 12,1; SD = 6,11	M = 11,87; SD = 5,01	F (4,16) = 0,77; p = 0,559, eta ² = 0,16
PLACEBO	M = 12,04; SD = 5,96	M = 11,52; SD = 5,81	M = 11,82; SD = 8,06	M = 12,76; SD = 7,36	M = 13,51; SD = 7,64	F (4,16) = 1,01; p= 0,433, eta ² = 0,2
KONTROLA	M = 10,32; SD = 5,05	M = 9,41; SD = 3,14	M = 9,45; SD = 3,69	M = 11,33; SD = 4,41	M = 11,29; SD = 4,63	F (4,16) = 1,97; p= 0,147, eta ² = 0,33
STATYSTYKI	F(2,18) = 0,82; p = 0,267; eta ² = 0,14	F(2,18)=1,32; p=0,291; eta ² = 0,128	F(2,18)=1,19; p= 0,327; eta ² = 0,12	F(2,18)=0,31; p = 0,740; eta ² = 0,03	F(2,18)=0,82; p=0,455; eta ² = 0,08	-

M - średnia, SD - odchylenie standardowe, F – wartość testu (Lambda Wilksa), p – istotność, eta² – siła efektu

Stwierdzono, iż wszystkie wartości przepływu krwi rejestrowane przez sondę 1, umieszczoną bliżej stawu promieniowo- nadgarstkowego, były wyższe, zarówno w grupach jak i w poszczególnych terminach, w porównaniu z danymi zarejestrowanymi przez sondę 2. Powyższe może być spowodowane zarówno niejednakowym ukrwieniem kończyny, jak też nierównomiernym oddziaływaniem plastra na całej jego długości. Ponadto we wszystkich grupach odnotowano zwiększenie przepływu krwi zmierzonego po 24 godzinach w stosunku do pomiaru pierwszego. Różnice te dla grupy Kinesio Tape®, placebo i kontrolnej stanowiły odpowiednio wartości: 19,09 % , 9,79 % i 5,98 %, jednak nie były one statystycznie istotne.

Podobne zależności stwierdzono dla wyników przekazywanych przez sondę 2, rejestrującą perfuzję w odległości 2/3 długości od stawu promieniowo-nadgarstkowego. Autorka, porównując pomiary przeprowadzone pierwszego dnia w spoczynku do pomiaru dokonanego po 24 godzinach stosowania plastra, stwierdziła, szczególnie w grupie Kinesio Tape®, zwiększenie



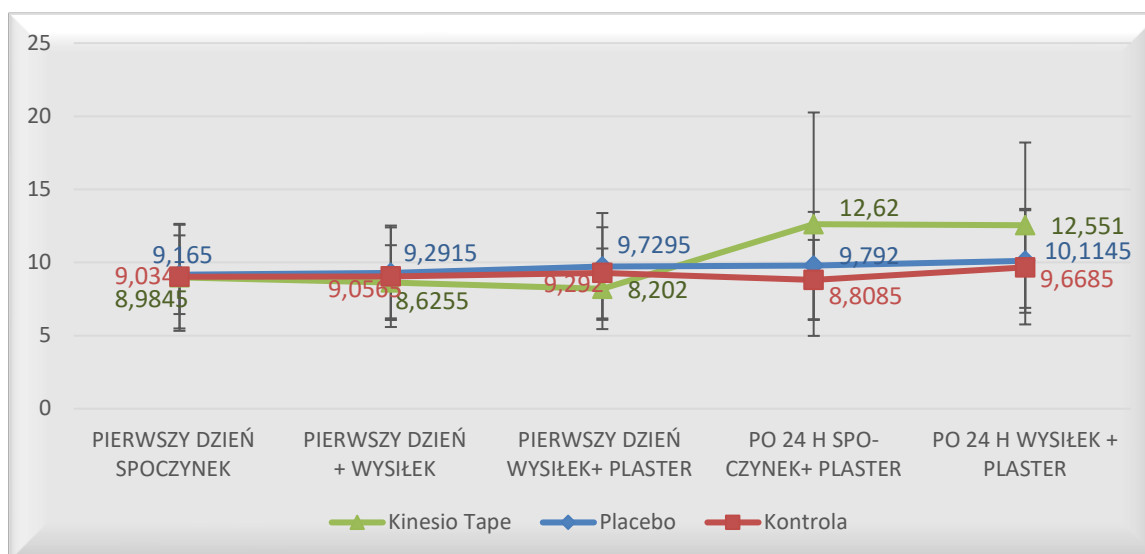
Rycina 8. Średnie wartości wraz z odchyleniem standardowym, charakteryzujące lokalny przepływ krwi w obszarze pierwszej sondy (perfuzja, PU_1) w poszczególnych terminach pomiarów

mikrokrążenia o 40,53%. W grupie placebo, średni przyrost przepływu krwi był niższy (6,76%), natomiast w grupie kontrolnej odnotowano zmniejszenie przepływu krwi po 24 godzinach, w stosunku do wartości uzyskanych pierwszego dnia w spoczynku, o 2,5%

Tabela 6. Statystyki opisowe (średnia i odchylenie standardowe) oraz wyniki testów dla przepływu krwi zarejestrowane przez drugą sondę (PU_5) umieszczoną w odległości 2/3 długości przedramienia, mierząc od stawu promieniowo-nadgarstkowego

POMIAR / GRUPA	PIERWSZY DZIEŃ SPOCZYNEK	PIERWSZY DZIEŃ + WYSIŁEK	PIERWSZY DZIEŃ WYSIŁEK+ PLASTER	PO 24 H SPOCZYNEK+ PLASTER	PO 24 H WYSIŁEK + PLASTER	STATYSTYKI
KINESIO TAPE	M = 8,98; SD = 3,66	M = 8,63; SD = 2,56	M = 8,2; SD = 2,76	M = 12,62; SD = 7,64	M = 12,55; SD = 5,65	F (4,16) = 2,47; p = 0,087, eta ² = 0,38
PLACEBO	M = 9,17; SD = 2,69	M = 9,29; SD = 3,11	M = 9,73; SD = 3,65	M = 9,79; SD = 3,67	M = 10,11; SD = 3,55	F (4,16) = 0,31; p = 0,869, eta ² = 0,07
KONTROLA	M = 9,03; SD = 3,54	M = 9,06; SD = 3,47	M = 9,29; SD = 3,12	M = 8,81; SD = 2,74	M = 9,67; SD = 3,9	F (4,16) = 0,28; p = 0,884, eta ² = 0,07
STATYSTYKI	F(2,18)= 0,03; p= 0,972; eta ² = 0,003	F(2,18)=0,56; p=0,580; eta ² = 0,06	F(2,18)= 3,01; p=0,075; eta ² = 0,25	F(2,18)=2,60; p=0,102; eta ² = 0,22	F(2,18)= 2,23; p = 0,137; eta ² = 0,20	-

M - średnia, SD - odchylenie standardowe, F – wartość testu (Lambda Wilksa), p – istotność, eta² – siła efektu



Rycina 9. Średnie wartości wraz z odchyleniem standardowym, charakteryzujące lokalny przepływ krwi w obszarze drugiej sondy (perfuzja, PU_5) w poszczególnych terminach pomiarów

Pomimo braku różnic istotnych statystycznie, zauważyć można na rycinach 8 i 9, że zarówno dla PU_1 jak i PU_5 wartości perfuzji wzrastały zarówno w grupie Kinesio Tape® jak i w grupie placebo porównując wartości pierwszego dnia w spoczynku z tymi uzyskanymi po 24 godzinach kontaktu z plastrami. Dla wartości PU_5 różnica ta była większa, co mogłoby

wskazywać na ewentualny, silniejszy efekt oddziaływania plastra w obrębie bazy KT.

5 WSKAŹNIKI BIOCHEMICZNE

Oddziaływanie czynników fizykalnych, aplikowanych w celach terapeutycznych, prowadzi najczęściej do określonych, lokalnych reakcji u pacjentów lub uczestników badań. Również zabieg Kinesio Tapingu® nie jest obojętny dla znacznej części pacjentów, manifestując się subiektywnie odczuwaną poprawą stanu zdrowia lub zmniejszeniem intensywności bólu, a nawet jego ustaniem [Czyżewski i in., 2012]. Zastosowanie Kinesio Tapingu® może też mieć wymiar obiektywny, dostrzegalny w polepszeniu zakresu ruchomości stawów, zmniejszeniu obrzęków np. kończyn dolnych u kobiet w ciąży lub powstałych na skutek urazu czy zabiegu [Senderek i in. 2005, Szczegielniak i in. 2007], bądź też w poprawie wyglądu blizn z tendencją do przerastania [Pogorzelska i in., 2012].

Kinesio Taping® przynosi z pewnością ulgę sporej grupie pacjentów, jednak nadal brak pełnej wiedzy odnośnie do fizjologicznego i biochemicznego podłoża zachodzących procesów, jak też określenia udziału w tym efekcie aspektu subiektywnego. Autorka pracy włączyła zatem w zakres badań, poza pomiarem lokalnego przepływu krwi w ramach zastosowanych procedur badawczych, oznaczenia stężenia kilku wskaźników biochemicznych, które bezpośrednio lub pośrednio mogłyby pomóc we wskazaniu ewentualnej przyczyny sukcesu terapeutycznego, opisywanego w piśmiennictwie fachowym po zastosowaniu Kinesio Tapingu®.

Ze względu na szerokie spektrum badanych wskaźników wprowadzono umowny ich podział obejmujący profile: aktywnych substancji endogennych, mięśniowy oraz charakteryzujący odżywienie uczestników.

5.1 Profil aktywnych substancji endogennych: beta endorfina, interleukina 6, interleukina 10

BETA ENDROFINA

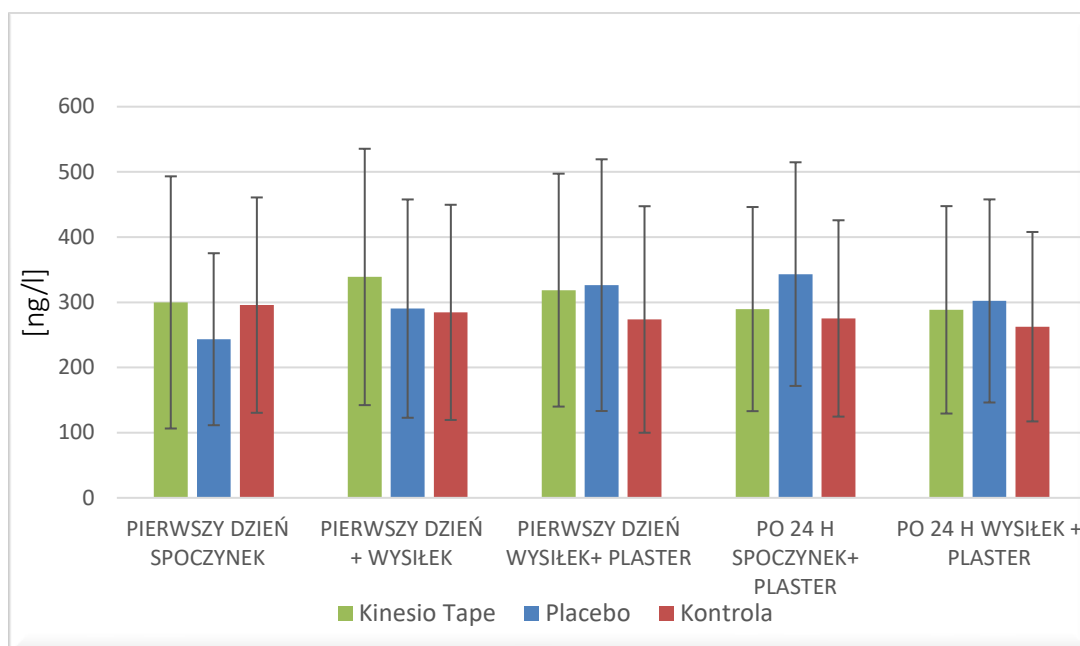
W celu weryfikacji hipotezy, iż czynnikiem zwiększającym skuteczność działania Kinesio Tapingu® może być aktywacja endogennego układu opioidowego, asocjowanego najczęściej z działaniem antynocycyptywnym lub stanem wyjątkowo dobrego samopoczucia bądź euforii, autorka określiła stężenie β -endorfiny we krwi uczestników badań (Ryc. 10,

Tab. 7). Przeprowadzona analiza statystyczna wykazała, iż w grupie placebo, gdzie zastosowano aplikację plastrami nieterapeutycznym (Mefix), nastąpił istotnie statystyczny wzrost poziomu β -endorfiny między pomiarem 1 (w spoczynku, bez plastra), a pomiarem 4, przeprowadzonym po 24 godzinach (w spoczynku, z plastrami placebo). Również w grupie Kinesio Tape[®], pomiędzy pomiarami dokonanymi pierwszego dnia w spoczynku, a wykonanymi tego samego dnia po wysiłku i naklejeniu plastra, zaobserwowano zwiększenie stężenia β -endorfiny o 6,3%. Natomiast w grupie kontrolnej zauważalna była odmienna tendencja, charakteryzująca się obniżeniem wartości stężenia β -endorfiny zarówno w pierwszym jak i drugim dniu badań. Uzyskane wyniki wskazują zatem, iż zarówno zabieg terapeutyczny jak i forma jego aplikacji mogą modulować aktywność endogennego układu antynocyceptywnego.

Tabela 7. Statystyki opisowe (średnia i odchylenie standardowe) oraz wyniki testów dla β -endorfiny

POMIAR / GRUPA	PIERWSZY DZIEŃ SPOCZYNEK	PIERWSZY DZIEŃ + WYSIŁEK	PIERWSZY DZIEŃ WYSIŁEK+ PASTER	DRUGI DZIEŃ - PO 24 H SPOCZYNEK+ PASTER	DRUGI DZIEŃ-PO 24 H WYSIŁEK + PASTER	STATYSTYKI
KINESIO TAPE	M = 299,77; SD = 193,39	M = 338,85; SD = 196,62	M = 318,63; SD = 178,65	M = 289,55; SD = 156,56	M = 288,39; SD = 159,08	F(4,16)= 1,84; p = 0,170; eta ² = 0,32
PLACEBO	M = 243,32; SD=131,91 ^a	M = 290,29; SD = 167,44	M = 326,26; SD = 193,06	M = 343,21; SD= 171,53 ^a	M = 302,03; SD = 155,77	F(4,16)= 3,08; p = 0,047; eta² = 0,44
KONTROLA	M = 295,63; SD = 165,17	M = 284,53; SD = 165,04	M = 273,6; SD = 173,74	M = 275,2; SD = 150,6	M = 262,54; SD = 145,3	F(4,16)= 0,99; p = 0,441; eta ² = 0,20
STATYSTYKI	F(2,18)=1,45; p = 0,260; eta ² = 0,14	F(2,18)= 1,87; p = 0,183; eta ² = 0,172	F(2,18)=0,99; p= 0,391; eta ² = 0,10	F(2,18)=3,02; p = 0,074; eta ² = 0,25	F(2,18)= 1,34 p = 0,285; eta ² = 0,13	-

M - średnia, SD - odchylenie standardowe, F – wartość testu (Lambda Wilksa), p – istotność, eta² – siła efektu, **a** - średnie oznaczone w wierszach tą samą literą różniły się istotnie pomiarami



Rycina 10. Średnie wartości i zmienność w grupach (odchylenia standardowe) stężeń β -endorfiny we wszystkich terminach badań

Wzrost poziomu β -endorfiny w grupie placebo o ponad 41%, porównując pomiar przeprowadzony pierwszego dnia w spoczynku do pomiaru wykonanego po 24 godzinach oddziaływania plastra wskazuje, iż zastosowany w tej grupie plaster placebo, który nie ma przeznaczenia terapeutycznego, spowodował podwyższoną odpowiedź endogennego układu opioidowego.

INTERLEUKINA 6

Interleukina 6 ze względu na swoje wielokierunkowe działanie, zwłaszcza prozapalne, znalazła się również w kręgu zainteresowań autorki. Jest to jedna z cytokin o szerokim spektrum działania, uwalniana między innymi podczas wysiłku fizycznego, gdzie jej stężenie wiąże się z intensywnością obciążeń i wykonanej pracy oraz poziomem wytrenowania. Również stan zapalny, zwłaszcza wytwarzane wówczas prostaglandyny, sprzyja uwalnianiu IL-6, która jako jeden z istotnych czynników stanu zapalnego oddziałując na receptor błonowy (IL-6R) oraz rozpuszczalny (sIL-6R) działa sensytyzująco na zakończenia włókien nocycyptywnych, ale też wzmacnia procesy podrażniające poprzez presynaptyczne uwalnianie glutaminianu i hamuje inhibicyjne działanie glicyny i GABA [Kawasaki i in., 2008, Heinrich i in., 1998, Ishihara i in., 2002].

Tabela 8. Statystyki opisowe (średnia i odchylenie standardowe) oraz wyniki testów dla interleukiny 6

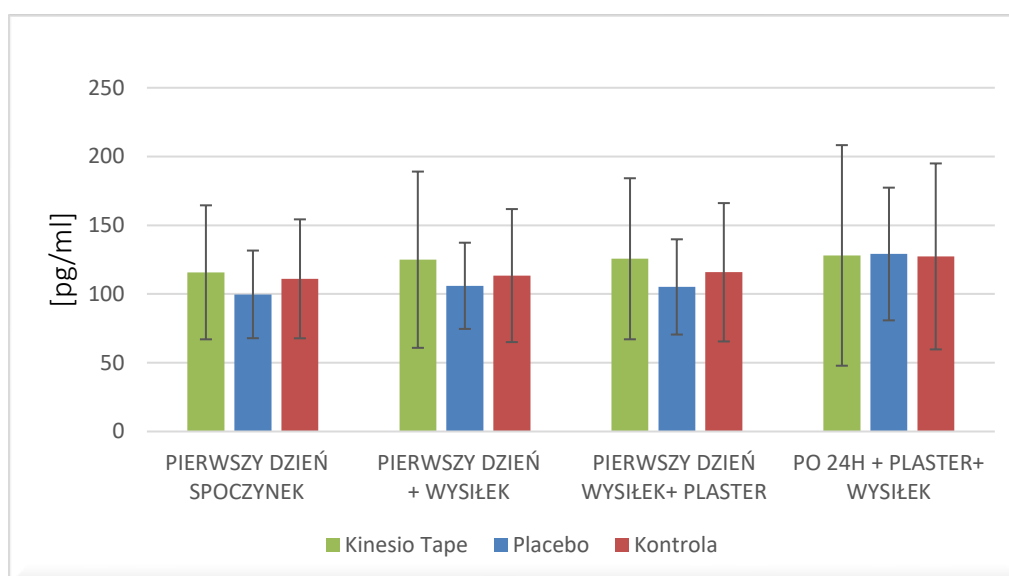
POMIAR / GRUPA	PIERWSZY DZIEŃ SPOCZYNEK	PIERWSZY DZIEŃ + WYSIŁEK	PIERWSZY DZIEŃ WYSIŁEK+ PLASTER	DRUGI DZIEŃ - PO 24 H WYSIŁEK + PLASTER	STATYSTYKI
KINESIO TAPE	M = 115,77; SD = 48,73	M = 124,95; SD = 64,1	M = 125,63; SD = 58,57	M = 128,06; SD = 80,21 [#]	F _r (4) = 1,02; p = 0,796; W = 0,02
PLACEBO	M = 99,73; SD = 31,88	M = 105,97; SD = 31,34	M = 105,15; SD = 34,64 ^a	M = 129,1; SD = 48,26 ^a	F (4,16) = 4,86; p = 0,013; eta² = 0,46
KONTROLA	M = 111,04; SD = 43,25	M = 113,41; SD = 48,37	M = 115,81; SD = 50,32	M = 127,34; SD = 67,63	F (4,16) = 1,90; p = 0,169; eta ² = 0,25
STATYSTYKI	F(2,18) = 1,07; p = 0,363; eta ² = 0,11	F (2,18) = 0,74; p = 0,489; eta ² = 0,08	F(2,18) = 1,24; p = 0,311; eta ² = 0,12	F _r (2) = 2,70; p = 0,259; W = 0,07	-

M - średnia, SD - odchylenie standardowe, F – wartość testu (Lambda Wilksa), F_r – wartość testu (ANOVA Friedmana), p – istotność, W – siła efektu, eta² – siła efektu, [#] - brak rozkładu normalnego

Ze względu na ograniczoną dostępność środków finansowych, w przypadku interleukiny 6 jak i interleukiny 10 badaniom poddano tylko 4 pomiary rezygnując z porównywania wartości otrzymanych w spoczynku po 24 godzinach, zachowując jednak pomiar dokonany po 24 godzinach powiązany z wysiłkiem fizycznym, gdyż ten aspekt stanowił główne źródło zainteresowań badawczych. Ponadto przyjęto, że poziom IL-6 podobnie jak IL-10 nie ulegnie zmianie w okresie 20 minut dzielących poszczególne pomiary przewidziane w drugim dniu badań (Tab. 8). Wszystkie otrzymane wyniki stężeń IL-6 uzyskane przy wykorzystaniu zestawu ELISA firmy SunRed (Chiny), mieściły się w dolnych obszarach norm referencyjnych podanych przez producenta, przy czym średnie dla grup nie przekraczały 129,1 pg/ml, a najwyższe wartości IL-6 stwierdzone we wszystkich analizowanych próbach wynosiły od 328,44 do 350,09 pg/ml. Tak wysokie wyniki zarejestrowano jednak tylko u trzech różnych osób, dwóch w grupie z plasterem Kinesio Tape[®] oraz jednej w grupie kontrolnej.

Porównując wartości IL-6 natychmiast po naklejeniu plastra oraz wysiłku fizycznym w stosunku do pomiarów spoczynkowych dokonanych 1 dnia, nie stwierdzono różnic na poziomie istotności statystycznej w żadnej z trzech grup. Wykazano jednak, że przy porównaniach poszczególnych grup, średnie z pomiarów dla grupy placebo różniły się między sobą istotnie statystycznie. Wartość 4 pomiaru, przeprowadzonego po 24 godzinach oddziaływania plastra i wysiłku fizycznym (Tab. 8, Ryc. 11), różniła się od pomiaru trzeciego (p=0,008) wykonanego w pierwszym dniu po naklejeniu plastra i wysiłku. Zarejestrowane zwiększenie poziomu

IL-6 mogłoby wskazywać na ewentualną indukcję lokalnego stanu zapalnego spowodowanego oddziaływaniem plastra placebo przez 24 godziny.



Rycina 11. Średnie wartości i zmienność w grupach (odchylenia standardowe) stężeń interleukiny 6 we wszystkich terminach badań

Warto nadmienić, że jedna z uczestniczek badań po zastosowaniu plastra placebo sygnalizowała lekkie opuchnięcie kończyny poddanej plastrowaniu oraz odczuwane subiektywnie ocieplenie skóry po 24 godzinach noszenia plastra Mefix, który był stosowany u tej osoby jako ostatni. Takich zmian nie sygnalizowała ona jednak po zastosowaniu plastra Kinesio Tape®.

INTERLEUKINA 10

Drugim wskaźnikiem, który włączono do programu realizowanych badań własnych dotyczących wpływu plastrowania dynamicznego, była interleukina 10. Ta cytokina, uwalniana jest przede wszystkim przez monocyty i limfocyty TH-2, charakteryzuje się szeregiem funkcji regulujących w układzie immunologicznym, stając w rzędzie najważniejszych czynników przeciwzapalnych [Grütz, 2005]. Jest to również jedna z cytokin, do której wydzielania dochodzi podczas wysiłku fizycznego, na skutek wytworzonego stanu zapalnego w mięśniach [Zembroń-Łacny i in., 2008]. Zmniejsza ona bowiem skutki reakcji zapalnych na skutek wyhamowywania sekrecji prozapalnych cytokin IL-8 i TNF- α oraz hamowanie tworzenia się prostaglandyn [Berg i in., 2001] bądź też aktywowanie w mięśniach syntezy antagonisty dla receptora IL-1ra [Ostrowski i in., 1999, Gołąb i in., 2005]. Właśnie te aspekty aktywności

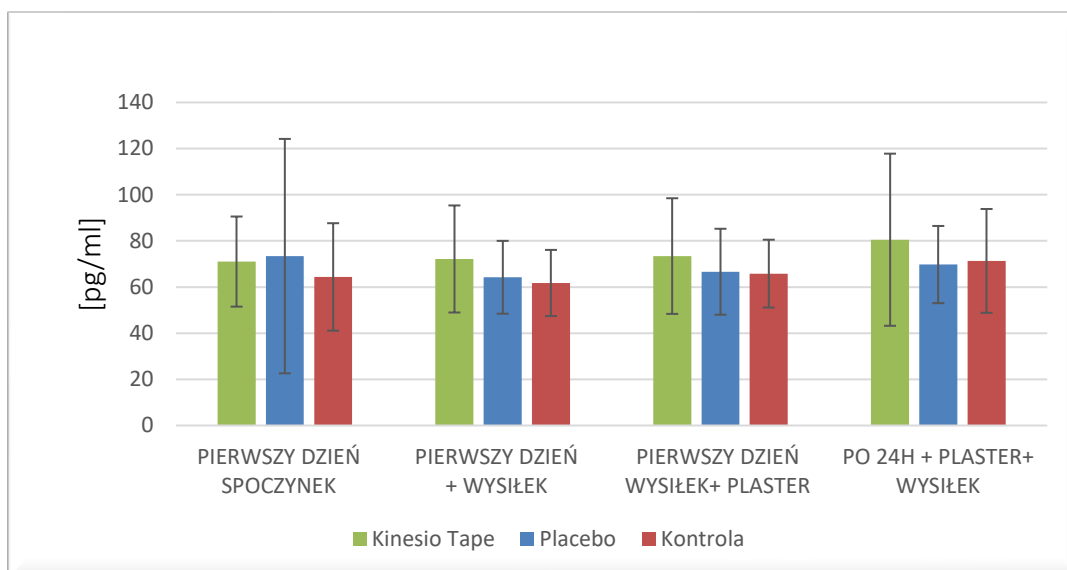
IL-10, cytokiny, która nie była dotąd badana w aspekcie Kinesio Tapingu[®], wskazywały na potrzebę jej uwzględnienia w badanym profilu biochemicznym. Przeprowadzona analiza nie wykazała jednak istotnych różnic statystycznych zarówno pomiędzy grupami jak też pomiarami w trakcie dwóch dni badań (Tab. 9, Ryc. 12).

Tabela 9. Statystyki opisowe (średnia i odchylenie standardowe) oraz wyniki testów dla stężenia interleukiny 10

POMIAR / GRUPA	PIERWSZY DZIEŃ SPOCZYNEK	PIERWSZY DZIEŃ + WYSIŁEK	PIERWSZY DZIEŃ WYSIŁEK+ PLASTER	PO 24 H WYSIŁEK+ PLASTER	STATYSTYKI
KINESIO TAPE	M=71,04; SD=19,53	M = 72,17; SD = 23,2	M = 73,43; SD = 25,06	M = 80,51; SD = 37,3	F (3,17) = 1,84; p= 0,170; eta ² = 0,32
PLACEBO	M = 73,4; SD = 50,79 [#]	M = 64,23; SD = 15,79	M = 66,64; SD = 18,63	M = 69,75; SD = 16,72	F _r (3) = 1,14; p = 0,767; W = 0,02
KONTROLA	M = 64,38; SD = 23,29	M = 61,78; SD = 14,33	M = 65,82; SD = 14,69	M = 71,33; SD = 22,5 [#]	F _r (3) = 4,20; p = 0,241 W = 0,07;
STATYSTYKI	F _r (2) = 0,800; p = 0,371; W = 0,04	F(2,18) = 2,80; p = 0,09; eta ² = 0,24	F(2,18) = 1,42; p = 0,267; eta ² = 0,14	F _r (2) = 0,10; p= 0,951; W = 0,003	-

M - średnia, SD - odchylenie standardowe, F – wartość testu (Lambda Wilksa), F_r – wartość testu (ANOVA Friedmana), p – istotność, W – siła efektu, eta² – siła efektu, [#] - brak rozkładu normalnego

Przeprowadzone analizy statystyczne nie wykazały istotnych różnic zarówno pomiędzy trzema badanymi grupami jak też poszczególnymi pomiarami. Warto zwrócić uwagę, iż w grupie, w której stosowano plaster KT poziom IL-10 przyrastał w każdym terminie. Pomiedzy wartościami pomiaru przeprowadzonego po 24 godzinach od naklejenia plastra i wysiłku, a wynikami stwierdzonymi w pierwszym dniu po naklejeniu plastra i wysiłku oraz w pierwszym dniu w spoczynku, wykazano odpowiednio różnice 9,46% i 13,33%.



Rycina 12. Średnie wartości i zmienność w grupach (odchylenia standardowe) stężeń interleukiny 10 we wszystkich terminach badań

5.2 Profil odżywienia: białko całkowite, albuminy, glukoza

W przeprowadzonych badaniach dokonano również oceny niektórych wykładników biochemicznych powiązanych z profilem odżywienia uczestników, uwzględniając zwłaszcza stężenie białka (białko całkowite i albuminy) oraz glukozy. Powyższe, wraz z oznaczeniami innych wskaźników umożliwiło określenie i monitorowanie zarówno odżywiania się uczestników jak też wykluczenia ewentualnego wpływu diety na ich stężenie.

Otrzymane wyniki różniły się w przypadku niektórych wskaźników i w kolejnych terminach istotnie statystycznie w odniesieniu do poziomu albumin i białka całkowitego, jednak we wszystkich przypadkach wyniki te znajdowały się w zakresie norm referencyjnych (Tab. 10, 11, 12).

BIAŁKO CAŁKOWITE

Wartości średnie stężenia białka całkowitego przyjmowały pomiędzy poszczególnymi terminami wartości od 6,89 do 7,25 [g/dl]. Również te wyniki wykazywały niewielką zmienność i mieściły się w zakresie norm referencyjnych mimo wykazanych istotnie statystycznych różnic pomiędzy grupami (Tab. 10).

Tabela 10. Statystyki opisowe (średnia i odchylenie standardowe) oraz wyniki testów dla stężenia białka całkowitego [g/dl]

POMIAR/ GRUPA	PIERWSZY DZIEŃ SPOCZYNEK	PIERWSZY DZIEŃ + WYSIĘK	PIERWSZY DZIEŃ WYSIĘK+ PLASTER	PO 24 H SPOCZYNEK+ PLASTER	PO 24 H WYSIĘK+ PLASTER	STATYSTYKI
KINESIO TAPE	M = 7,12; SD = 0,45 ^a	M = 6,89; SD = 0,56 ^a	M = 7,04; SD = 0,28	M = 7,13; SD = 0,3 ^b	M = 6,98; SD = 0,28 ^b	F (4,16) = 10,58; p < 0,001; eta² = 0,73
PLACEBO	M = 7,25; SD = 0,31 ^{a,b,c}	M = 7,02; SD = 0,32 ^b	M = 7,07; SD = 0,25 ^c	M = 7,1; SD = 0,27 ^d	M = 6,92; SD = 0,23 ^d	F (4,16) = 14,09; p < 0,001; eta² = 0,78
KONTROLA	M = 7,16; SD = 0,25 ^{a,b,c}	M = 6,99; SD = 0,3 ^a	M = 7,05; SD = 0,3 ^b	M = 7,13; SD = 0,32 ^d	M = 6,96; SD = 0,31 ^{c,d}	F (4,16) = 17,63; p < 0,001; eta² = 0,82
STATYSTYKI	F(2,18) = 0,87; p = 0,437; eta ² = 0,09	F(2,18) = 0,38; p = 0,691; eta ² = 0,04	F(2,18) = 0,18; p = 0,837; eta ² = 0,02	F(2,18) = 0,17; p = 0,85; eta ² = 0,02	F(2,18) = 0,60; p = 0,56; eta ² = 0,06	-

M - średnia, SD - odchylenie standardowe, F – wartość testu (Lambda Wilksa), p – istotność, eta² – siła efektu, **a,b,c,d** - średnie oznaczone w wierszach tą samą literą różniły się istotnie pomiędzy pomiarami (p<0,05).

ALBUMINY

Wartości średnie stężenia albumin, jako jednej z frakcji białka całkowitego we krwi, wynosiły pomiędzy pomiarami w badanych grupach od 4,34 do 4,53 [g/dl]. Mimo kilku istotnych statystycznie różnic w poszczególnych terminach wartości te były stabilne i nie przekraczały norm referencyjnych dla tej grupy białek (Tab. 11).

Tabela 11. Statystyki opisowe (średnia i odchylenie standardowe) oraz wyniki testów dla stężenia albumin [g/dl]

POMIAR/ GRUPA	PIERWSZY DZIEŃ SPOCZYNEK	PIERWSZY DZIEŃ + WYSIĘK	PIERWSZY DZIEŃ WYSIĘK+ PLASTER	PO 24 H SPOCZYNEK+ PLASTER	PO 24 H WYSIĘK+ PLASTER	STATYSTYKI
KINESIO TAPE	M = 4,48; SD = 0,22 ^a	M = 4,34; SD = 0,23	M = 4,38; SD = 0,2 ^{a,b}	M = 4,48; SD = 0,21 ^{b,c}	M = 4,39; SD = 0,21 ^c	F (4,16) = 7,49; p = 0,001; eta² = 0,65
PLACEBO	M = 4,53; SD = 0,18 ^{a,b,c}	M = 4,43 SD = 0,18 ^a	M = 4,43; SD = 0,17 ^b	M = 4,48; SD = 0,17 ^d	M = 4,39; SD = 0,17 ^{c, d}	F (4,16) = 17,13; p < 0,001; eta² = 0,81
KONTROLA	M = 4,48; SD = 0,15 ^{a,b}	M = 4,39; SD = 0,16 ^a	M = 4,4; SD = 0,18 ^b	M = 4,47; SD = 0,25 ^c	M = 4,38; SD = 0,26 ^c	F (4,16) = 5,46; p = 0,006; eta² = 0,58
STATYSTYKI	F(2,18) = 0,98; p = 0,394; eta ² = 0,10	F(2,18) = 2,19; p = 0,141; eta ² = 0,195	F(2,18) = 1,06; p = 0,368; eta ² = 0,11	F(2,18) = 0,05; p = 0,954; eta ² = 0,005	F(2,18) = 0,03; p = 0,967; eta ² = 0,004	-

M - średnia, SD - odchylenie standardowe, F – wartość testu (Lambda Wilksa), p – istotność, eta² – siła efektu,

a,b,c,d - średnie oznaczone w wierszach tą samą literą różniły się istotnie pomiędzy pomiarami ($p < 0,05$)

GLUKOZA

Średnie wartości stężenia glukozy we krwi badanych osób wynosiły w poszczególnych terminach od 94,3 do 103,55 mg/dl. Analiza tabeli 12 wskazuje dwa aspekty: wyrównanie badanej grupy, bowiem wartości otrzymywane przez uczestników badań w poszczególnych grupach i pomiarach były zbliżone i w niewielkim stopniu przekroczyły wartości referencyjne oraz brak istotnych różnic pomiędzy terminami w przypadku wszystkich grup.

Tabela 12. Statystyki opisowe (średnia i odchylenie standardowe) oraz wyniki testów dla stężenia glukozy [mg/dl]

POMIAR/GRUPA	PIERWSZY DZIEŃ SPOCZYNEK	PIERWSZY DZIEŃ + WYSIŁEK	PIERWSZY DZIEŃ WYSIŁEK+ PLASTER	PO 24 H SPOCZYNEK+ PLASTER	PO 24 H WYSIŁEK + PLASTER	STATYSTYKI
KINESIO TAPE	M = 103,35; SD = 21,22	M = 100,8; SD = 19,2	M = 97,4; SD = 9,91	M = 94,3; SD = 7,26	M = 95,25; SD = 8,03	F (4,16) = 1,04; p = 0,418; eta ² = 0,21
PLACEBO	M = 99,85; SD = 14,51	M = 102,45; SD = 18,4	M = 101,6; SD = 18,32	M = 98,55; SD = 11,11	M = 96,45; SD = 13,58	F (4,16) = 0,97; p = 0,449; eta ² = 0,20
KONTROLA	M = 97,7; SD = 16,92	M = 98,55; SD = 15,12	M = 99,75; SD = 13,18	M = 103,55; SD = 17,69	M = 101,1; SD = 15,59	F (4,16) = 0,59; p = 0,678; eta ² = 0,13
STATYSTYKI	F(2,18) = 0,87; p = 0,438; eta ² = 0,09	F (2,18) = 0,52 p = 0,606; eta ² = 0,05	F(2,18) = 0,73; p = 0,495; eta ² = 0,08	F(2,18) = 3,05; p = 0,072; eta ² = 0,25	F (2,18) = 1,19 p = 0,328; eta ² = 0,12	-

M - średnia, SD - odchylenie standardowe, F – wartość testu (Lambda Wilksa), p – istotność, eta² – siła efektu

5.3 Profil wysiłkowy: kinaza kreatynowa, mleczan, pirogronian, dehydrogenaza mleczanowa, aminotransferazy: alaninowa i asparaginowa

KINAZA KREATYNOWA

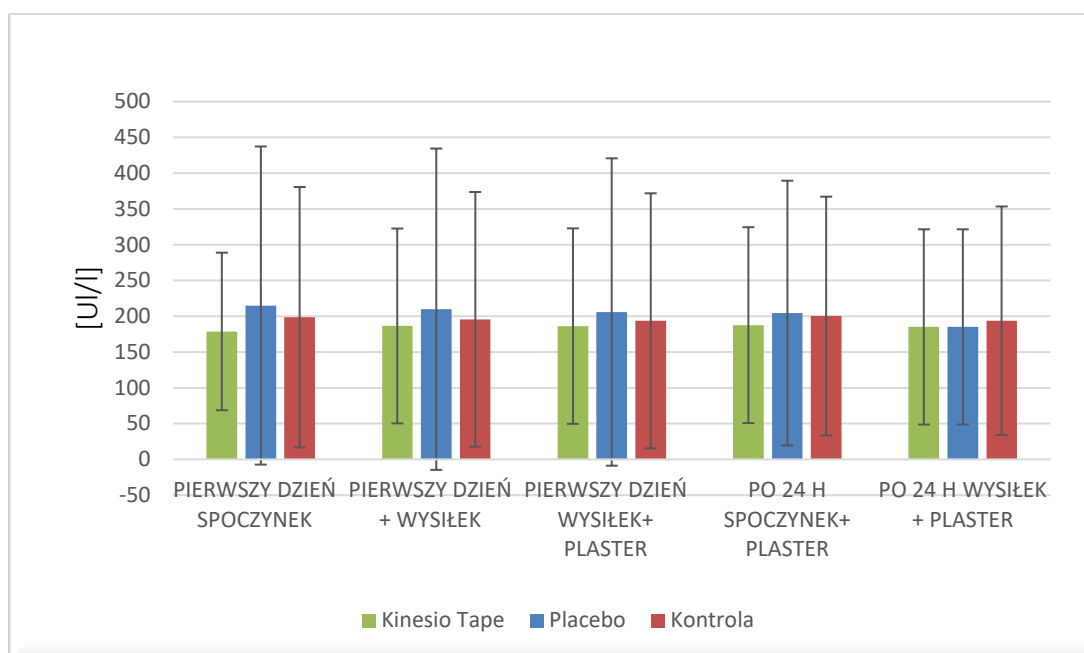
Kinaza kreatynowa jest jednym z częściej wykorzystywanych biochemicznych wskaźników w sporcie, bowiem dobrze charakteryzuje uszkodzenie tkanek, zwłaszcza mięśni i uwalnianie tego enzymu do płynu pozakomórkowego [Hyla-Klekot i in., 2011]. Wyniki uzyskane w badaniach własnych wskazują jednak na niewielki wzrost tego wskaźnika w przypadku niektórych pomiarów, niezależnie jednak od grupy oraz wykonanej pracy na dynamometrze (Tab. 13). Można zatem przyjąć, iż wysiłek wykonany przez probantów nie był intensywny.

Tabela 13. Statystyki opisowe (średnia i odchylenie standardowe) oraz wyniki testów dla aktywności kinazy kreatynowej [UI/l]

POMIAR / GRUPA	PIERWSZY DZIEŃ SPOCZYNEK	PIERWSZY DZIEŃ + WYSIŁEK	PIERWSZY DZIEŃ WYSIŁEK+ PLASTER	PO 24 H SPOCZYNEK+ PLASTER	PO 24 H WYSIŁEK + PLASTER	STATYSTYKI
KINESIO TAPE	M = 178,78; SD = 110,1	M = 186,49; SD = 136,15	M = 186,29; SD = 136,59	M = 187,64; SD = 136,87;	M = 185,11; SD = 136,45	F (4,16) = 1,93; p = 0,155; eta ² = 0,33
PLACEBO	M = 214,99; SD = 222,28	M = 209,88; SD = 224,55	M = 205,97; SD = 214,8	M = 204,48; SD = 185,02	M = 185,11; SD = 136,45	F (4,16) = 3,96; p = 0,020; eta ² = 0,49
KONTROLA	M = 198,62; SD = 182,07	M = 195,67; SD = 178	M = 193,63; SD = 178,23	M = 200,28; SD = 166,86	M = 193,85; SD = 159,65	F (4,16) = 3,03; p = 0,049; eta ² = 0,43
STATYSTYKI	F(2,18)= 0,39; p = 0,682; eta ² = 0,04	F(2,18)= 0,12; p = 0,886; eta ² = 0,01	F(2,18)= 0,09; p = 0,914; = 0,01	F(2,18)= 0,16; p = 0,852; eta ² = 0,02	F(2,18)= 0,17; p = 0,842; eta ² = 0,02	-

M - średnia, SD - odchylenie standardowe, F – wartość testu (Lambda Wilksa), p – istotność, eta² – siła efektu

Testy F dla grupy z placebo oraz grupy kontrolnej, które informują o mocy testu, okazały się istotnie statystycznie. Jednak z uwagi na poprawkę na wielokrotne porównania (post hoc) żadne z porównań wewnątrz każdej z grupie nie wykazało istotności statystycznej. Warto również zwrócić uwagę na duże odchylenia standardowe, po części typowe dla CK, które mogą być wynikiem ciągle zbyt różnorodnej grupy i zmiennością indywidualną badanych osób.



Rycina 13. Średnie wartości aktywności kinazy kreatynowej wraz z odchyleniem standardowym we wszystkich terminach badań

MLECZAN

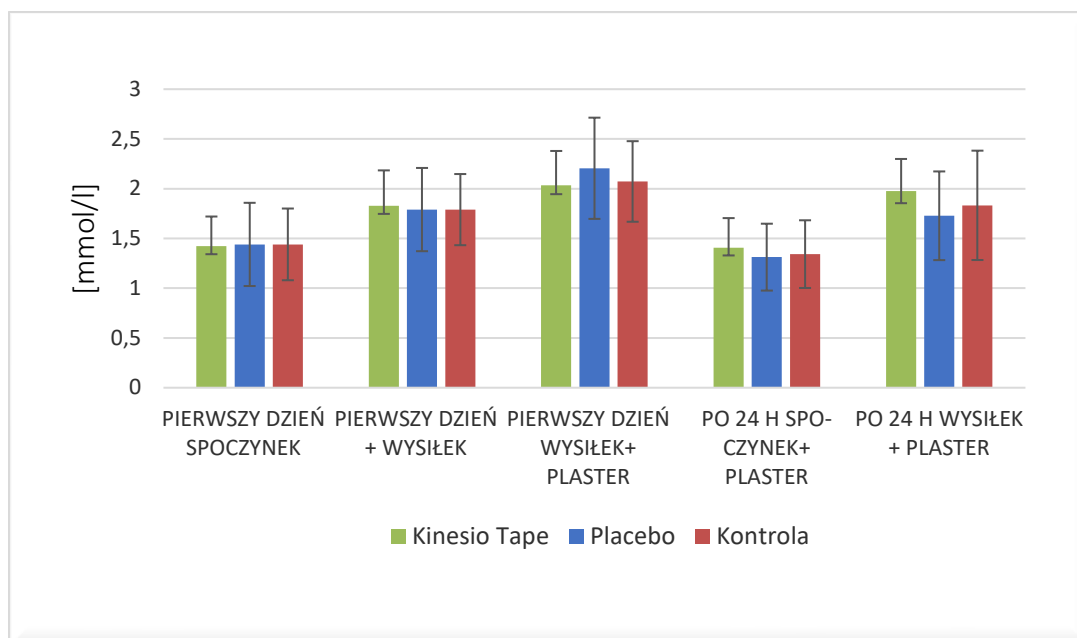
Stężenie mleczanu jest czułym wskaźnikiem informującym o charakterze wysiłku, jego intensywności oraz wytrenowaniu osoby badanej. Wartości stężenia tego związku chemicznego w poszczególnych grupach i terminach różniły się istotnie statystycznie między sobą (Tab. 14), Otrzymane wyniki stężeń tego związku odpowiadały jednak w pełni normom wartości spoczynkowych mleczanu 0,7-2,1 [mmol/l], jedynie w grupie placebo obserwowano niewielkie przekroczenie tej normy, co potwierdziła średnia pomiaru ($2,21 \pm 0,51$ mmol/l) przeprowadzonego pierwszego dnia po wysiłku i naklejeniu plastra. Otrzymane niewielkie przyrosty wartości mleczanu wskazywałyby ewentualnie na wysiłek o niskiej intensywności wykonany przez uczestników badań.

W każdej z grup, pierwszy pomiar przeprowadzony pierwszego dnia w spoczynku różnił się istotnie statystycznie od kolejnych pomiarów wykonanych tego samego dnia po wysiłku oraz po naklejeniu plastra i wysiłku fizycznym. Istotne różnice statystycznie stwierdzono również w kolejnych pomiarach, w poszczególnych grupach, jednak nie pomiędzy grupami (Tab. 14, Ryc. 14). Powyższe wskazuje, iż wysiłek podjęty przez uczestników badań polegający na pracy z dynamometrem był na tyle obciążający, aby doszło do zmanifestowania zmian w formie wzrostu poziomu mleczanu w poszczególnych pomiarach, jednak nie na tyle intensywny by przekroczył wartości referencyjne w spoczynku dla tego wskaźnika.

Tabela 14. Statystyki opisowe (średnia i odchylenie standardowe) oraz wyniki testów dla stężenia mleczanu [mmol/l]

POMIAR / GRUPA	PIERWSZY DZIEŃ SPOCZYNEK	PIERWSZY DZIEŃ + WYSIŁEK	PIERWSZY DZIEŃ WYSIŁEK+PLASTER	PO 24 H SPO- CZYNEK+ PLA- STER	PO 24 H WYSIŁEK + PLASTER	STATYSTYKI
KINESIO TAPE	M = 1,44; SD = 0,31 ^{a,b,c}	M = 1,79; SD = 0,36 ^{a,d}	M = 2,07; SD = 0,34 ^{b,e}	M = 1,34; SD = 0,3 ^{d,e,f}	M = 1,83; SD = 0,32 ^{c,f}	F (4,16) = 47,61; p < 0,001; eta² = 0,92
PLACEBO	M = 1,59; SD = 0,42 ^{a,b}	M = 1,79; SD = 0,42 ^{a,c,d}	M = 2,21; SD = 0,51 ^{b,c,e,f}	M = 1,31; SD = 0,34 ^{d,e}	M = 1,73; SD = 0,45 ^f	F (4,16) = 22,07; p < 0,001; eta² = 0,85
KONTROLA	M = 1,42; SD = 0,36 ^{a,b,c}	M = 1,83; SD = 0,36 ^{a,d}	M = 2,04; SD = 0,4 ^b	M = 1,41; SD = 0,34 ^{d,e}	M = 1,98; SD = 0,55 ^{c,e}	F (4,16) = 27,55; p < 0,001; eta² = 0,87
STATYSTYKI	F(2,18) = 0,02; p = 0,981; eta ² = 0,002	F(2,18) = 0,07; p = 0,931; eta ² = 0,008	F(2,18) = 1,02; p = 0,381; eta ² = 0,01	F(2,18) = 0,91; p = 0,422; eta ² = 0,09	F(2,18) = 1,13; p = 0,345; eta ² = 0,11	-

M - średnia, SD - odchylenie standardowe, F – wartość testu (Lambda Wilksa), p – istotność, η^2 – siła efektu, **a,b,c,d,e,f** - średnie oznaczone w wierszach tą samą literą różniły się istotnie pomiędzy pomiarami



Rycina 14. Średnie wartości mleczanu wraz z odchyleniem standardowym, określone we wszystkich terminach badań

PIROGRONIAN

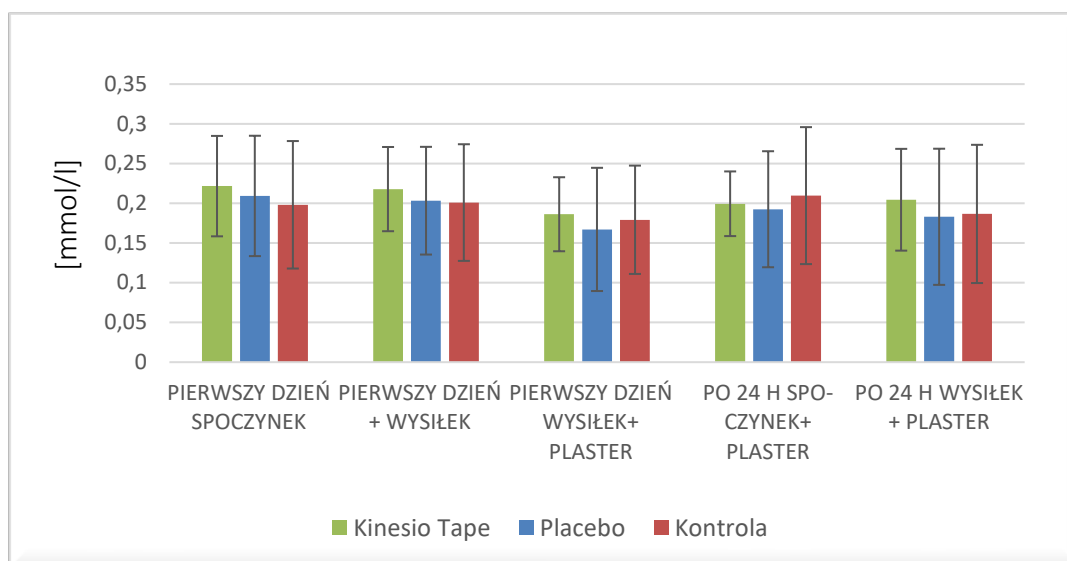
Analiza statystyczna wyników stężenia pirogronianu we krwi uczestników wykazała, iż wartości tego metabolitu stwierdzone u osób badanych były zbliżone do norm spoczynkowych tego wskaźnika wynoszących od 0,1 do 0,2 mmol/l. Osoby uczestniczące w badaniach miały zakaz prowadzenia intensywnych treningów w trakcie trzech terminów badań. Niewielkie przekroczenie tych wartości dla średniej obserwowano w pierwszym pomiarze dla grupy Kinesio Tape® i placebo. Natomiast po 24 godzinach zaobserwowano niewielkie przekroczenie normy jedynie w grupie kontrolnej (Tab. 15). Powyższe wskazuje, że niektórzy uczestnicy badań przed przystąpieniem do nich mogli ewentualnie wykonać nieznaczną aktywność fizyczną.

Tabela 15. Statystyki opisowe (średnia i odchylenie standardowe) oraz wyniki testów dla stężenia pirogronianu [mmol/l]

POMIAR/GRUPA	PIERWSZY DZIEŃ SPOCZYNEK	PIERWSZY DZIEŃ + WYSIŁEK	PIERWSZY DZIEŃ WYSIŁEK+ PLASTER	PO 24 H SPOCZYNEK+ PLASTER	PO 24 H WYSIŁEK + PLASTER	STATYSTYKI
KINESIO TAPE	M = 0,22; SD = 0,06	M = 0,22; SD = 0,05 a	M = 0,19; SD = 0,05 a	M = 0,2; SD = 0,04	M = 0,2; SD = 0,06	F (4,16) = 4,35; p = 0,014; eta² = 0,521
PLACEBO	M = 0,21; SD = 0,08	M = 0,2; SD = 0,07	M = 0,17; SD = 0,08	M = 0,19; SD = 0,07	M = 0,18; SD = 0,09	F (4,16) = 2,95; p = 0,053; eta ² = 0,42
KONTROLA	M = 0,2; SD = 0,08	M = 0,2; SD = 0,07	M = 0,18; SD = 0,07	M = 0,21; SD = 0,09	M = 0,19; SD = 0,09	F (4,16) = 1,36; p = 0,292; eta ² = 0,25
STATYSTYKI	F(2,18)=0,53; p = 0,598; eta ² = 0,06	F(2,18)=0,43 p = 0,659; eta ² = 0,05	F(2,18)=0,59; p = 0,563; eta ² = 0,06	F(2,18)=0,34; p = 0,719; eta ² = 0,04	F (2,18) = 0,84 p = 0,448; eta ² = 0,09	-

M - średnia, SD - odchylenie standardowe, Me – mediana, F – wartość testu (Lambda Wilksa), p – istotność, eta² – siła efektu, **a** - średnie oznaczone w wierszach tą samą literą różniły się istotnie pomiędzy pomiarami

Różnice statystycznie istotne (p=0,047) stwierdzono wyłącznie w grupie z Kinesio Tape®, pierwszego dnia po wysiłku, w stosunku do następnego pomiaru przeprowadzonego po wysiłku i założeniu plastra (Tab. 15, Ryc. 15).



Rycina 15. Średnie wartości dla stężenia pirogronianu wraz z odchyleniem standardowym we wszystkich terminach badań

DEHYDROGENAZA MLECZANOWA

Dehydrogenaza mleczanowa jest enzymem wykorzystywanym do oceny stopnia intensywności rozwinięcia procesów beztlenowych, a biochemicznie odpowiada za przekształcenie pirogronianu w mleczan w przypadku wystąpienia deficytu tlenowego [Sarnowska i in., 2016]. W badaniach własnych, w poszczególnych pomiarach dehydrogenazy mleczanowej stwierdzono jedynie różnice na poziomie istotności statystycznej w grupie kontrolnej w odniesieniu do pomiarów przeprowadzonych pierwszego dnia w spoczynku, w stosunku do wartości oznaczonych po 24 godzinach z plastrem i po wysiłku (Tab. 16, Ryc. 16). Wartości osiągnęte przez osoby badane znajdowały się w granicy norm referencyjnych dla ludzi, przyjętych w spoczynku na 240-480 [UI/l].

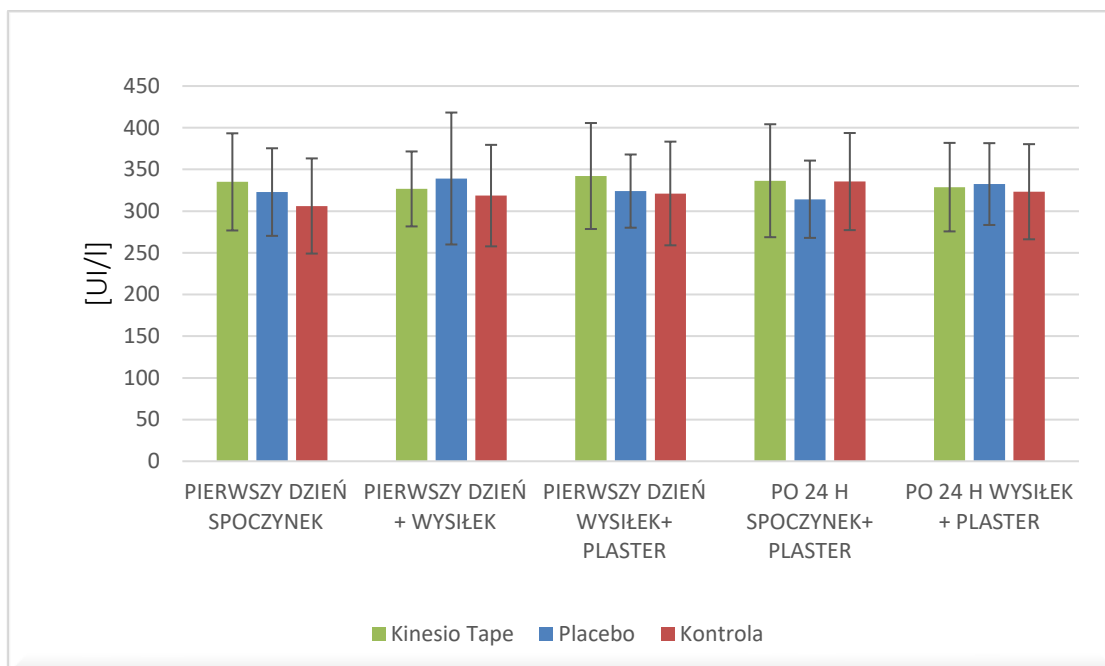
Statystycznie istotne różnice stwierdzono tylko w grupie kontrolnej, gdzie wartość pierwszego pomiaru przeprowadzonego pierwszego dnia po spoczynku różniła się od pomiaru 4 wykonanego po 24 godzinach noszenia plastra i odbyciu wysiłku fizycznego ($p=0,047$).

Tabela 16. Statystyki opisowe (średnia i odchylenie standardowe) oraz wyniki testów dla dehydrogenazy mleczanowej [UI/l]

POMIAR / GRUPA	PIERWSZY DZIEŃ SPOCZYNEK	PIERWSZY DZIEŃ + WYSIŁEK	PIERWSZY DZIEŃ WYSIŁEK+ PLASTER	PO 24 H SPOCZYNEK+ PLASTER	PO 24 H WYSIŁEK + PLASTER	STATYSTYKI
KINESIO TAPE	M = 335,05; SD = 58,26	M = 326,6; SD = 44,96	M = 342,1; SD = 63,56	M = 336,45; SD = 67,73	M=328,75; SD = 53,08	F (4,16) = 1,53; p = 0,241; eta ² = 0,27
PLACEBO	M = 335,05; SD = 58,26	M = 326,6; SD = 44,96 [#]	M = 342,1; SD = 63,56	M = 336,45; SD = 67,73	M = 328,75; SD = 53,08	F _r (4) = 6,57; p = 0,161; W = 0,08
KONTROLA	M = 306,15; SD = 57,07 ^a	M = 318,6; SD = 60,86	M = 321,15; SD = 62,19	M = 335,45; SD = 58,23 ^a	M = 323,25; SD = 57,06	F (4,16) = 3,96; p = 0,020; eta² = 0,50
STATYSTYKI	F (2,18) = 1,99; p = 0,166; eta ² = 0,18	F _r (2) = 1,44; p = 0,486 W = 0,04	F(2,18) = 1,49; p = 0,252; eta ² = 0,14	F(2,18) = 6,09; p = 0,010; eta ² = 0,40	F(2,18) = 0,47; p = 0,632; eta ² = 0,05	-

M - średnia, SD - odchylenie standardowe, F – wartość testu (Lambda Wilksa), F_r – wartość testu (ANOVA Friedmana), p – istotność, W – siła efektu, eta² – siła efektu, [#] - brak rozkładu normalnego, ^a – średnie oznaczone w wierszach tą samą literą różniły się istotnie pomiędzy pomiarami

Otrzymane wyniki wskazują na fakt, iż badani przed przystąpieniem do pomiarów nie byli poddawani znaczącym wysiłkom fizycznym, a brak różnic istotnych statystycznie w grupie Kinesio Tape® wyklucza wpływ KT na zmiany poziomu LDH, lub wskazuje na konieczność potwierdzenia tej tezy w badaniach z większym obciążeniem fizycznym.



Rycina 16. Średnie wartości dla dehydrogenazy mleczanowej wraz z odchyleniem standardowym we wszystkich terminach badań

AMINOTRANSFERAZY: ALANINOWA(ALT), ASPARAGINOWA (AST)

Diagnostyka aminotransferaz jest przeprowadzana w przypadku badań osób poddawanych wysiłkowi fizycznemu, a wzrost tych wskaźników może wskazywać na nadmierny poziom przetrenowania [Banfi i in., 2012] lub stany zapalne i uszkodzenia wątroby, mięśni szkieletowych lub mięśnia sercowego [Dembińska-Kieć i Naskalski, 2010]. Aktywność obu aminotransferaz oznaczona u uczestników przeprowadzonych badań mieściła się w granicach norm spoczynkowych. W przypadku ALT nie zaobserwowano istotnych statystycznie różnic pomiędzy grupami lub terminami (Tab. 17, Ryc. 17).

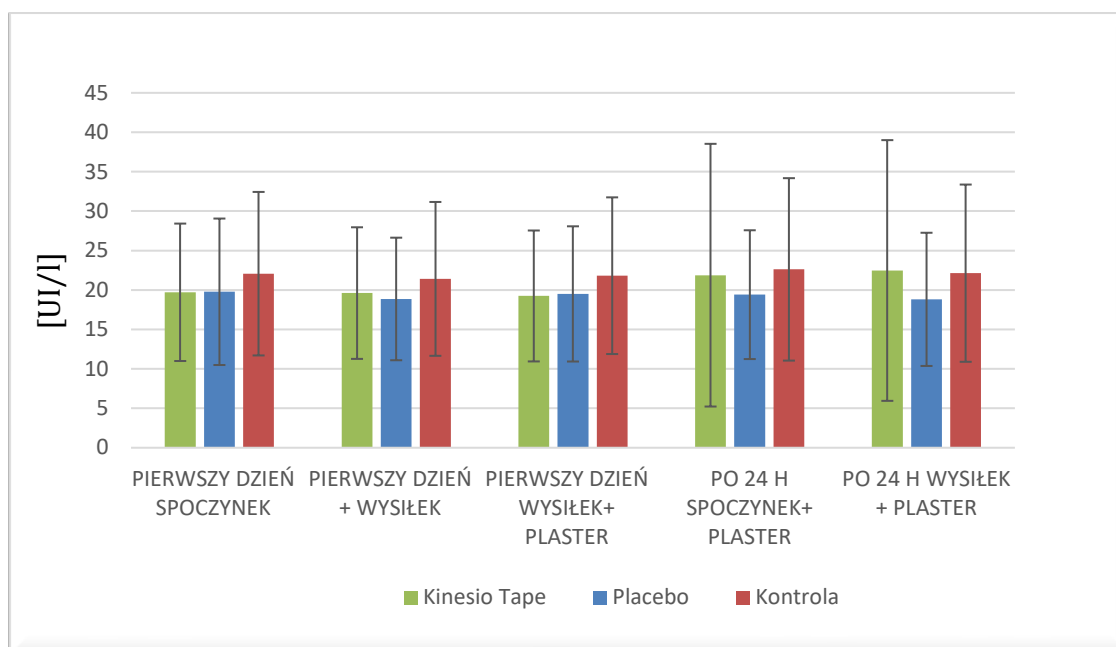
Przeprowadzone analizy statystyczne nie wykazały różnic między grupami ani pomiarami.

Tabela 17. Statystyki opisowe (średnia i odchylenie standardowe) oraz wyniki testów dla aktywności aminotransferazy alaninowej [U/l]

POMIAR / GRUPA	PIERWSZY DZIEŃ SPOCZYNEK	PIERWSZY DZIEŃ + WYSIŁEK	PIERWSZY DZIEŃ WYSIŁEK+ PLASTER	PO 24 H SPOCZYNEK + PLASTER	PO 24 H WYSIŁEK + PLASTER	STATYSTYKI
KINESIO TAPE	M= 19,71; SD = 8,71	M= 19,61; SD = 8,34	M= 19,25; SD = 8,3	M= 21,88; SD = 16,65 [#]	M=22,48; SD = 16,53 [#]	Fr(4) = 2,14; p=0,710; W = 0,03
PLACEBO	M = 19,78; SD = 9,29	M = 18,87; SD = 7,77	M = 19,51; SD = 8,57	M = 19,41; SD = 8,17	M = 18,82; SD = 8,44	F(4,16) = 1,67; p = 0,207; eta ² = 0,29
KONTROLA	M = 22,07; SD = 10,37	M = 21,41; SD = 9,75	M = 21,82; SD = 9,93	M = 22,62; SD = 11,57	M = 22,14; SD = 11,24	F(4,16) = 1,58; p = 0,229; eta ² = 0,28
STATYSTYKI	F(2,18)= 1,17; p= 0,333; eta ² = 0,12	F(2,18)=1,05; p= 0,372; eta ² = 0,10	F(2,18)=1,38; p= 0,278; eta ² = 0,13	Fr(2) = 0,33; p= 0,848; W= 0,01	Fr(2) = 2,10; p= 0,35; W= 0,05	-

M - średnia, SD - odchylenie standardowe, F – wartość testu (Lambda Wilksa), Fr – wartość testu (ANOVA Friedmana), p – istotność, W – siła efektu, eta² – siła efektu, # - brak rozkładu normalnego

W przypadku AST zaobserwowano istotnie statystyczne różnice pomiędzy pomiarami dokonanymi w grupie Kinesio Tape® pierwszego dnia w spoczynku, a tymi wykonanymi pierwszego dnia po wysiłku (Tab. 18, Ryc. 18).



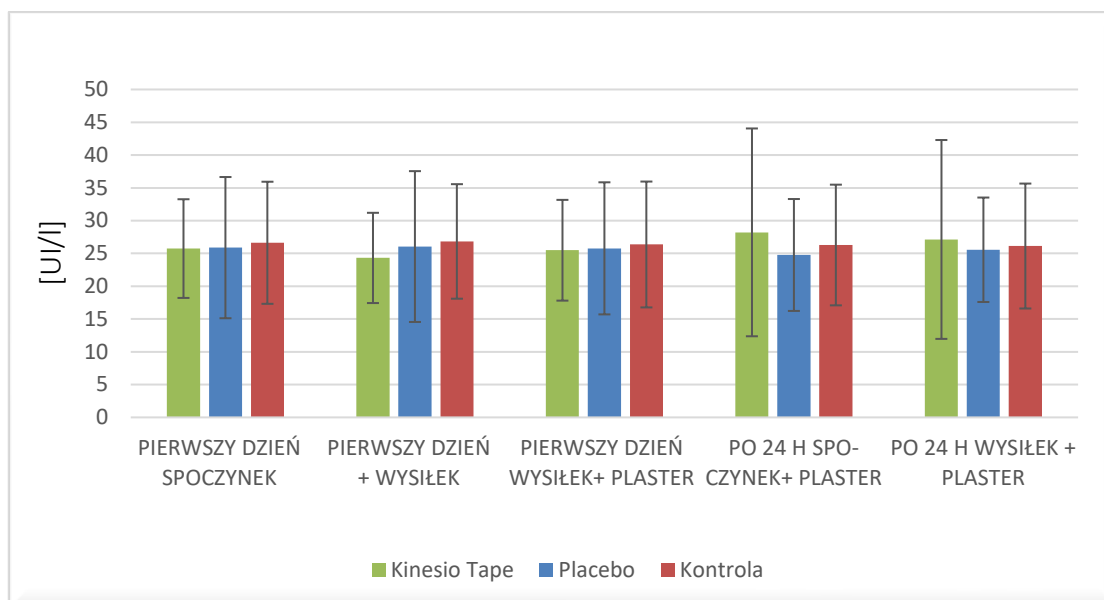
Rycina 17. Średnie wartości dla aktywności aminotransferazy alaninowej wraz z odchyleniem standardowym we wszystkich terminach badań

W grupie z plastrem Kinesio Tape® pomiar dokonany pierwszego dnia po spoczynku różnił się w przypadku AST od pomiaru przeprowadzonego pierwszego dnia po wysiłku ($p=0,028$).

Tabela 18. Statystyki opisowe (średnia i odchylenie standardowe) oraz wyniki testów dla aminotransferazy asparaginowej [U/l]

POMIAR/ GRUPA	PIERWSZY DZIEŃ SPOCZYNEK	PIERWSZY DZIEŃ + WYSIŁEK	PIERWSZY DZIEŃ WYSIŁEK+ PLASTER	PO 24 H SPOCZYNEK+ PLASTER	PO 24 H WYSIŁEK + PLASTER	STATYSTYKI
KINESIO TAPE	M = 25,74; SD = 7,52; ^a	M = 24,32; SD = 6,88 ^a	M = 25,49; SD = 7,68	M = 28,21; SD = 15,84	M = 27,13; SD = 15,16	F (4,16) = 4,75; p = 0,010; eta² = 0,54
PLACEBO	M = 25,89; SD = 10,77	M = 26,05; SD = 11,5 [#]	M = 25,78; SD = 10,07	M = 24,77; SD = 8,53	M = 25,56; SD = 7,96	F _r (4) = 1,31; p = 0,859; W = 0,02
KONTROLA	M = 26,63; SD = 9,31	M = 26,83; SD = 8,73	M = 26,37; SD = 9,59	M = 26,29; SD = 9,2	M = 26,13; SD = 9,52	F (4,16) = 0,23; p = 0,919; eta ² = 0,20
STATYSTYKI	F(2,18) = 1,63; p = 0,3851; eta ² = 0,18	F _r (2) = 3,10; p = 0,212; W = 0,08	F(2,18) = 0,15; p = 0,862; eta ² = 0,02	F(2,18) = 0,813; p = 0,459; eta ² = 0,08	F(2,18) = 0,21; p = 0,809; eta ² = 0,02	-

M - średnia, SD - odchylenie standardowe, F – wartość testu (Lambda Wilksa), F_r – wartość testu (ANOVA Friedmana), p – istotność, W – siła efektu, eta² – siła efektu, # - brak rozkładu normalnego, ^a - średnie oznaczone w wierszach tą samą literą różniły się istotnie pomiędzy pomiarami



Rycina 18. Średnie wartości dla aminotransferazy asparaginowej wraz z odchyleniem standardowym we wszystkich terminach badań

6 WSKAŹNIKI BIOFIZYCZNE – temperatura, siła mięśniowa

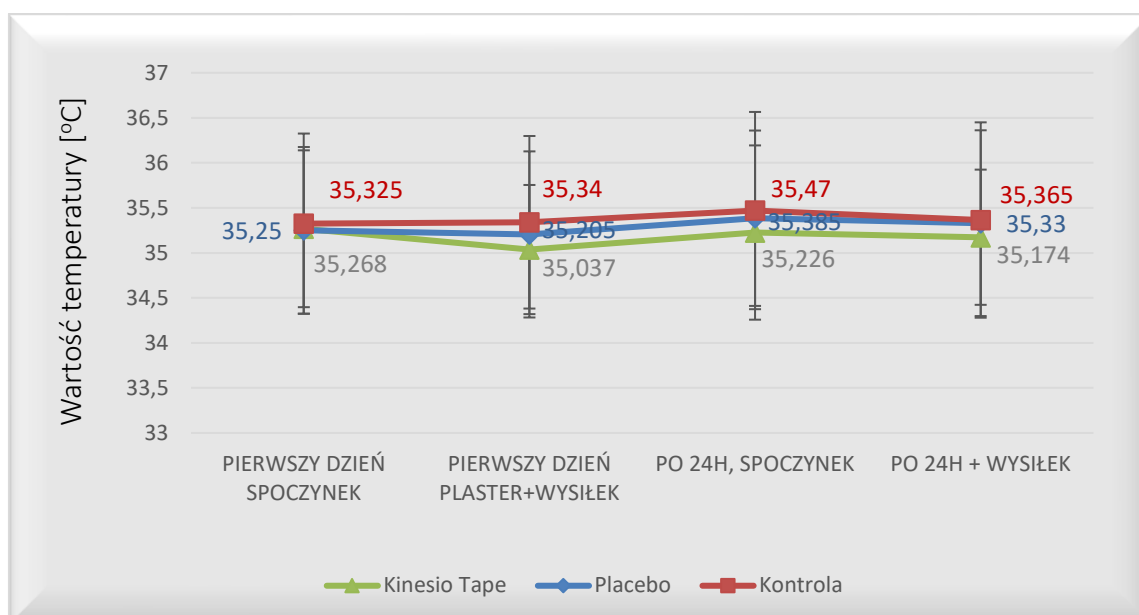
TEMPERATURA

W celu weryfikacji hipotezy o wpływie Kinesio Tapingu® na kształtowanie się temperatury ciała w obszarze plastrowania, przeprowadzono pomiary temperatury w dwóch obszarach kończyny górnej: poza obszarem plastrowania (lateralnie) oraz pomiędzy ogonami plastra. Uzyskane wyniki wskazują wyraźnie, że w grupie Kinesio Tape®, w poszczególnych pomiarach przeprowadzonych pomiędzy ogonami plastra wystąpiły istotnie statystyczne różnice temperatury (Tab. 20 i Ryc. 20). Temperatura mierzona w tej grupie poza ogonami plastra (lateralnie) wykazywała jednak przeciwny trend, co ilustrują tabela 19 i rycina 19, przy czym stwierdzone różnice nie były istotne statystycznie ($p=0,586$).

Tabela 19. Statystyki opisowe (średnia i odchylenie standardowe) oraz wyniki testów dla temperatury mierzonej poza obszarem plastrowania (lateralnie)

POMIAR/ GRUPA	PIERWSZY DZIEŃ SPOCZYNEK	PIERWSZY DZIEŃ PLASTER+WYSIŁEK	PO 24H, SPO- CZYNEK	PO 24H + WYSIŁEK	STATYSTYKI
KINESIO TAPE	M = 35,27; SD = 1,07	M = 35,04; SD = 1,01	M = 35,23; SD = 1,05	M = 35,17; SD = 1,15	F 3,17) = 0,67; p = 0,586; eta ² = 0,11
PLACEBO	M = 35,25; SD = 0,93	M = 35,21; SD = 0,92	M = 35,39; SD = 0,97	M = 35,33; SD = 1,03	F(3,17)= 1,82; p =0,181; eta ² = 0,24
KONTROLA	M = 35,33; SD = 1	M = 35,34; SD = 0,96	M = 35,47; SD = 1,1	M = 35,37; SD = 1,09	F 3,17) = 1,68; p = 0,210; eta ² = 0,23
STATYSTYKI	F (2,17) = 0,34; p = 0,967; eta ² = 0,004	F (2,17) = 0,45; p = 0,647; eta ² = 0,05	F(2,17) = 0,33; p = 0,729; eta ² = 0,04	F(2,17) = 0,24; p = 0,790; eta ² = 0,027	-

M - średnia, SD - odchylenie standardowe, F – wartość testu (Lambda Wilksa), p – istotność, eta² – siła efektu,



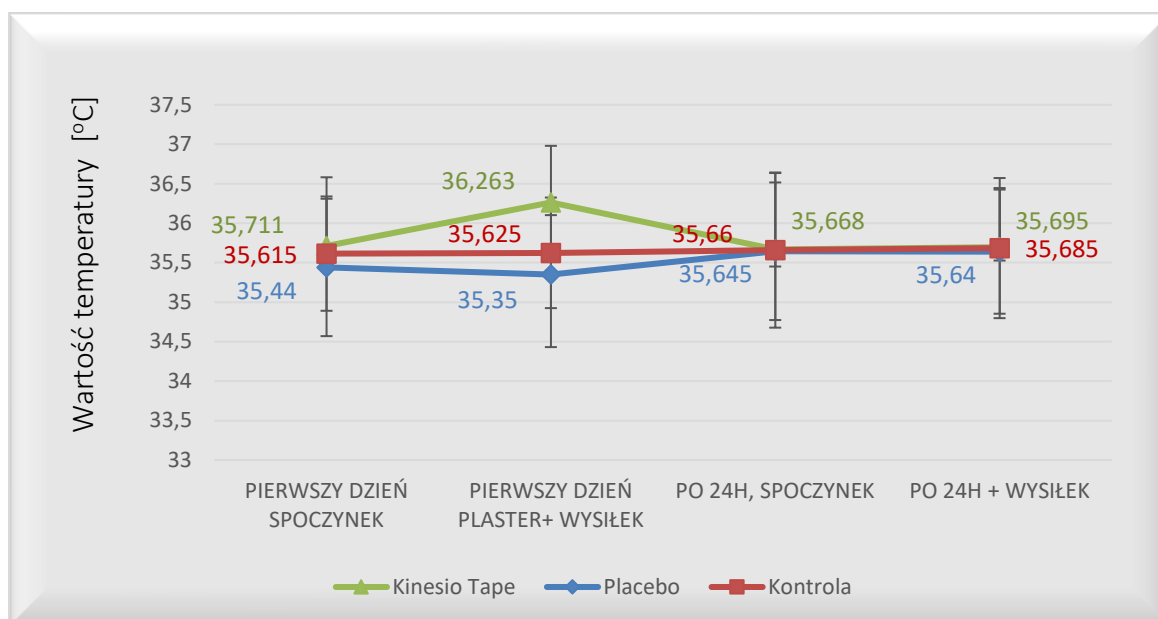
Rycina 19. Wartości pomiarów średnich wartości temperatury wraz z odchyleniem standardowym, poza obszarem plastrowania (lateralnie) we wszystkich terminach badań

Tabela 20. Statystyki opisowe (średnia i odchylenie standardowe) oraz wyniki testów dla temperatury mierzonej pomiędzy ogonami plastra

POMIAR / GRUPA	PIERWSZY DZIEŃ SPOCZYNEK	PIERWSZY DZIEŃ PLASTER+WYSIŁEK	PO 24H, SPOCZYNEK	PO 24H + WYSIŁEK	STATYSTYKI
KINESIO TAPE	M = 35,71; SD = 0,87 ^a	M = 36,26; SD = 0,72 ^{a,b,c, y,z}	M = 35,67; SD = 0,97 ^b	M = 35,7; SD = 0,75 ^c	F(3,17)=23,11; p<0,001; eta² = 0,81
PLACEBO	M = 35,44; SD = 0,87	M = 35,35; SD = 0,92 ^y	M = 35,65; SD = 0,87	M = 35,64; SD = 0,79	F(3,17)= 1,82; p=0,181; eta ² = 0,24
KONTROLA	M = 35,62; SD = 0,72	M = 35,63; SD = 0,7 ^z	M = 35,66; SD = 0,98	M = 35,69; SD = 0,89	F(3,17) = 0,07; p = 0,977; eta ² = 0,01
STATYSTYKI	F(2,17) = 2,99; p = 0,077; eta ² = 0,26	F(2,17) = 19,59; p < 0,001; eta² = 0,697	F(2,17) = 0,02; p = 0,981; eta ² = 0,002	F(2,17) = 0,08; p = 0,925; eta ² = 0,01	-

M - średnia, SD - odchylenie standardowe, F – wartość testu (Lambda Wilksa), p – istotność, eta² – siła efektu, **a,b,c** - średnie oznaczone w wierszach tą samą literą różniły się istotnie pomiędzy pomiarami, **y,z** - średnie oznaczone w kolumnach tą samą literą różniły się istotnie pomiędzy grupami

Średnie wyniki temperatury mierzonej pomiędzy ogonami plastra dla Kinesio Tape® różniły się statystycznie ($p < 0,001$) między pomiarami wykonanymi pierwszego dnia po spoczynku w stosunku do tych dokonanych po wysiłku i naklejeniu plastra. Ponadto analiza statystyczna wykazała, iż wyniki uzyskane po wysiłku i naklejeniu plastra różniły się istotnie od otrzymanych po 24 godzinach i spoczynku ($p = 0,001$) a także pomiarem dokonany po naklejeniu plastra i wysiłku pierwszego dnia, a stwierdzonym po 24 godzinach i wysiłku ($p = 0,005$). Otrzymane rezultaty mogłyby wskazywać, iż plastrowanie dynamiczne usposabia do wzrostu temperatury pomiędzy ogonami plastra. Potwierdzają to również dane uzyskane w pozostałych grupach. Pomiary dokonane pierwszego dnia po wysiłku i naklejeniu plastra różniły się istotnie statystycznie pomiędzy poszczególnymi grupami. Grupa KT różniła się w stosunku do grupy placebo ($p < 0,001$), oraz grupa KT w stosunku do grupy kontrolnej ($p = 0,006$). Otrzymane wyniki wskazują, iż na skutek plastrowania dynamicznego może dochodzić do wzrostu temperatury mierzonej pomiędzy ogonami plastra. Największa różnicę zaobserwować można natychmiast po naklejeniu plastra i wysiłku.



Rycina 20. Średnie wartości temperatury wraz z odchyleniem standardowym, mierzonej pomiędzy ogonami plastra we wszystkich terminach badań

SIŁA MIĘŚNIOWA

W celu weryfikacji hipotezy stanowiącej o tym, iż plastrowanie dynamiczne może oddziaływać na zmianę siły mięśniowej, przeprowadzono pomiary przy pomocy dynamometru

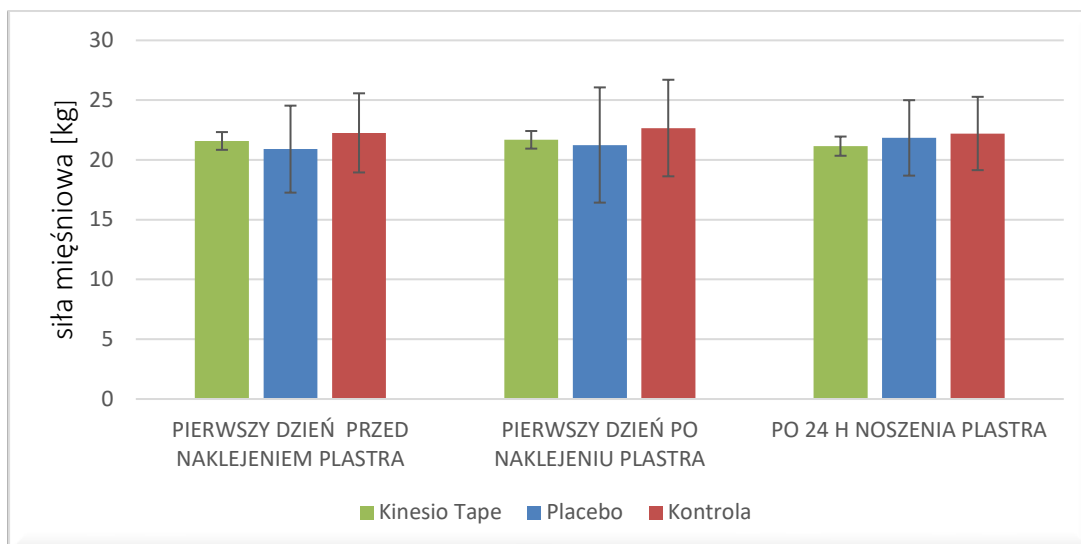
ręcznego. Wyniki pomiarów oraz ich analizę statystyczną wyników zamieszczono w tabeli 21 i na rycinie 21.

Tabela 21. Statystyki opisowe oraz wyniki testów dla zmienności siły mięśniowej

POMIAR/ GRUPA	PIERWSZY DZIEŃ PRZED NAKLEJE- NIEM PŁASTRA	PIERWSZY DZIEŃ PO NAKLEJENIU PŁASTRA	PO 24 H NOSZENIA PŁA- STRA	STATYSTYKI
KINESIO TAPE	M = 21,59; SD = 3,32	M = 21,68; SD = 3,3 ^y	M = 21,15; SD = 3,59	F (2,18) = 0,645; p = 0,537, eta ² = 0,07
PLACEBO	M = 20,9; SD = 3,64	M = 21,25; SD = 4,82 ^z	M = 21,84; SD = 3,16	F (2,18) = 1,68; p = 0,214, eta ² = 0,16
KONTROLA	M = 22,26; SD = 3,31	M = 22,67; SD = 4,04 ^{# y,z}	M = 22,21; SD = 3,07	F(2,18) = 1,30; p = 0,522
STATYSTYKI	F (2,18) = 2,52; p = 0,108; eta ² = 0,20	F(2,18) = 9,56; p = 0,008	F (2,18) = 2,33; p = 0,126; eta ² = 0,21	-

M - średnia, SD - odchylenie standardowe, F – wartość testu (Lambda Wilksa), F_r – wartość testu (ANOVA Friedmana), p – istotność, W – siła efektu, eta² – siła efektu, # - brak rozkładu normalnego, **y, z** - średnie oznaczone w kolumnach tą samą literą różniły się istotnie pomiędzy grupami

Stwierdzono istotną statystycznie różnicę siły mięśniowej pomiędzy ocenianymi grupami, w przypadku pomiaru przeprowadzonego pierwszego dnia po naklejeniu plastra. Wyniki grupy kontrolnej różniły się istotnie od grupy z plastrem Kinesio Tape[®] (p=0,022) oraz od grupy placebo (p=0,003). Zaobserwowane różnice nie stanowią jednak podstawy do stwierdzenia możliwego wpływu Kinesio Tapingu[®] na zwiększenie siły mięśniowej, bowiem nie zaobserwowano zmian pomiędzy pomiarami. Można jedynie spekulować o negatywnym, osłabiającym wpływie aplikacji plastrów zarówno placebo jak i Kinesio Tape[®] na siłę mięśni, co może być m. in. spowodowane ograniczeniem zakresu ruchu po naklejeniu plastra. W tym przypadku jest to szczególnie adekwatne do grupy placebo, w której zastosowano plaster nieelastyczny.



Rycina 21. Średnie wartości siły mięśniowej wraz z odchyleniem standardowym we wszystkich terminach badań

7 DYSKUSJA

7.1 Wprowadzenie

Kinesio Taping® upowszechniony przez Kenzo Kase pod koniec XX wieku i opisany we wcześniejszych rozdziałach pracy, przyjął się w praktyce fizjoterapeutycznej na niemal całym świecie jako forma postępowania terapeutycznego. Stosowanie plastrów, mimo powszechnego przekonania o ich skuteczności, nie było jednak przedmiotem intensywnych badań zmierzających do ustalenia czynników, wyjaśniających biologiczne uwarunkowania tej opisywanej efektywności. Argumentacja twórcy KT odnośnie do skuteczności tej metody opierała się na mechanizmach samoregulacji organizmu [Kase i in., 2003; Kase, 2003; Śliwiński i Krajczy, 2014]. Zakładano przy tym, że w miejscu aplikacji dochodzić może do zwiększenia przepływu krwi i limfy na skutek uniesienia i pofałdowania skóry przez plaster, a to z kolei miałyby usposabiać tkankę do przyspieszenia procesów regeneracyjnych i wyciszania procesów zapalnych [Zajt-Kwiatkowska i in. 2005; Śliwiński i Krajczy, 2014]. Podążając tym sposobem myślenia dopracowano zatem metodę przyklejania plastra, która korygowałaby nieprawidłową pracę powięzi oraz mięśni i równocześnie oddziaływałaby terapeutycznie na układ limfatyczny, nerwowy czy narząd ruchu.

Weryfikacja tych założeń oraz wybranie odpowiednich metod pomiarowych wydaje się stanowić największy problem w dążeniu do wypracowania obiektywnej oceny efektywności plastrowania, oraz sposobie oddziaływania plastra na tkankę i cały organizm. Na przestrzeni lat naukowcy dążyli do coraz lepszych, bardziej obiektywnych metod pomiarowych. Jeszcze przed 20-30 laty, do oceny skuteczności Kinesio Tapingu® wykorzystywano najczęściej subiektywne metody pomiarowe, zwłaszcza różnego rodzaju kwestionariusze (np. oceny stopnia niepełnosprawności) lub skale, np. skalę VAS (*ang. Visual Analog Scale*). Później, celem obiektywizacji procesu terapeutycznego, wprowadzano inne techniki pomiarowe z wykorzystaniem łatwo dostępnych urządzeń (goniometru, dynamometru), lub bardziej zaawansowanych technik, ultrasonografii (USG) lub elektromiografii (EMG) [Brychcy i Pawlak, 2018]. Badania te, dodajmy nieliczne, nawiązywały najczęściej do teorii działania plastra zaproponowanego przez Kenzo Kase i przewijającego się w wielu publikacjach stwierdzenia, iż KT zwiększa lokalnie przepływ mikrokrażenia, poprawia przepływ limfy, zmniejsza dolegliwości bólowe czy poprawia stabilizację stawów [Williams i in. 2012, Marszałek i in. 2019]. Te założenia nie zostały jednak poparte wynikami krytycznych studiów przeprowadzonych na większej liczbie osób badanych i przy wykorzystaniu obiektywnych metod pomiaro-

wych. Późno, bowiem dopiero w 2011 roku pojawiły się pierwsze publikacje przedstawiające obiektywnie ocenione wyniki mikrokrążenia za pomocą techniki Laser Dopplera [Miller i in., 2011]. Również pozostałe 3 prace dostępne w bazie danych PubMed po wpisaniu słów kluczowych „kinesiotaping” oraz „laser doppler”, które ukazały się do dnia dzisiejszego, nie wyczerpują tematyki i nie odpowiadają na cały czas aktualne pytania dotyczące fizjologicznych uwarunkowań KT [Woodward i in., 2015; Craighead i in., 2017; Banerjee i in., 2020].

Planując badania własne, autorka postanowiła również wykorzystać dostępne jej obiektywne techniki pomiarowe do oceny zmian mikrokrążenia w obszarze zastosowania plastra Kinesio Tape[®] oraz plastra placebo. Ponadto, uwzględniając standardowe procedury badawcze stosowane w przypadku plastrowania dynamicznego, poszerzyła zakres badań o analizy wskaźników biochemicznych o charakterze informacyjnym profil odżywienia (białko całkowite, albuminy, glukoza), profil mięśniowy (kinaza kreatynowa, mleczan, pirogronian, dehydrogenaza mleczanowa, aminotransferazy: alaninowa i asparaginowa) oraz profil aktywnych substancji endogennych (beta endorfina, interleukina 6, interleukina 10). Ponadto, analizowano, czy i w jaki sposób Kinesio Taping[®] może modulować poziom cytokin: interleukiny 6 i interleukiny 10 oraz β -endorfiny. Zmiany poziomu β -endorfiny mogą być rozpatrywane jako następstwo aktywacji endogennego układu opioidowego [Mucha i in., 2009].

Autorka zdaje sobie sprawę, że badanie efektu Kinesio Tapingu[®] wybiega znacznie poza trudno uchwytny jakościowo i ilościowo aspekt subiektywny. Do tego dochodzą trudności w pozyskaniu jednolitej grupy osób badanych oraz potrzebnej liczby probantów spełniających jeszcze kryteria włączenia do grupy ustalone w metodyce badań. Dyskutowana jest też w piśmiennictwie zasadność prowadzenie pomiarów w obszarze działań terapeutycznych na osobach zdrowych, a zatem wariant wybrany w badaniach własnych. Rozwiązaniem alternatywnym byłoby pozyskanie grupy osób z zdefiniowanym schorzeniem, co w praktyce, uwzględniając wiek, płeć, zaawansowanie choroby, zażywane przez długi okres czasu leki oraz wpływ psychiki, jest równie kontrowersyjne.

W badaniach własnych uczestniczyli studenci AWF o średniej wieku $21,12 \pm 2,05$ lat, którzy zostali poproszeni o wstrzymanie się przed badaniami od wykonywania intensywnego wysiłku fizycznego oraz stosowanie jednolitej diety. Były to osoby o zbliżonym poziomie aktywności fizycznej, nie trenujące wyczynowo. Otrzymane wyniki stężenia mleczanu i aktywności CK wskazują, iż przestrzegali oni ustalonych reguł uczestnictwa w badaniach.

Grupa badana, z wynikami BMI 21,97 i 24,00 odpowiednio dla kobiet i mężczyzn, wpisywała się dobrze w zakres wartości podawany przez WHO za prawidłowy dla wieku uczestników

badan [Wąsowski i in., 2013]. Tydzień przed przystąpieniem do pomiarów przeprowadzone zostały aplikacje kontrolne, celem uchwycenia lub monitorowania ewentualnych zdarzeń mogących wpływać na przebieg pomiarów, w tym też reakcji alergicznych po zastosowaniu środka dezynfekcyjnego i plastra. Osobom przystępującym do pomiarów naklejono bowiem plaster Kinesio Tape® na okres 3 dni, na wcześniej zdezynfekowaną skórę. Dokonano również, krótkiego 5-minutowego pomiaru przepływu krwi. Po tym trzydniowym okresie próbnym, plaster zdjęto i obserwowano czy w obszarze, gdzie był naklejony nie doszło do zmian, zwłaszcza zaczerwienienia, wysypki lub swędzenia. Wszystkie te działania poprzedzające badania właściwe, zmierzały do przyzwyczajenia uczestników do stosowanych później zabiegów i pomiarów, przez co eliminowano albo przynajmniej ograniczono u probantów ewentualny efekt subiektywny, który mógłby wpływać na uzyskane wyniki.

7.2 Przepływ krwi w obszarze oddziaływania Kinesio Tapingu®

Laser Doppler Flowmetry (LDF) jest metodą stosowaną do pomiaru przepływu krwi w naczyniach lub tkankach. Stosowane do tego pomiaru urządzenia, jedno- lub wielokanałowe, umożliwiają bierny bądź indukowany czynnikiem doświadczalnym pomiar mikrokrażenia w celach eksperymentalnych, klinicznych lub terapeutycznych, podczas wcześniejszych badań prowadzonych na zwierzętach [Kurosawa i in., 1995; Pawlak i in., 1999; Messlinger i in. 2000] bądź ludziach [Brychcy i Pawlak, 2018].

Rejestrację przepływu krwi u badanych osób przeprowadzono na kończynie dominującej, uwzględniając wyniki badań wskazujące na lepiej wykształcony tam układ naczyniowy. Rowley i in., [2011] wykazali m. in., iż średnica tętnicy ramiennej (*lac. arteria brachialis*) była istotnie większa po stronie dominującej w porównaniu z tętnicą ramienną po stronie przeciwnej. Wiadomo też, że niektóre czynniki, m. in. miejscowe podwyższenie temperatury do 42°C, lub zastosowanie stymulacji chemicznej w postaci kapsaicyny [Charkoudian i in. 2003; Christen i in., 2004], prowadzą do rozszerzenia naczyń krwionośnych. Również zlokalizowana odpowiedź neurogenna o dowolnej etiologii, tzn. będąca zarówno efektem zapalenia jak też odruchu neurogennego, prowadzi do lokalnej wazodylatacji poprzez aktywację i uwalnianie czynników stanu zapalnego z włókien nocyceptywnych oraz inicjowanie w ten sposób reakcji tkankowych. Istotnym czynnikiem wspomagającym rozszerzenia naczyń krwionośnych jest też tlenek azotu (NO). Inhibitor syntezy tlenu azotu nitroarginina (NG-nitro-L-arginine) prowadził do zahamowania procesu rozszerzenia naczyń w momencie osiągnięcia

przez nie plateau po około 25-30 min [Kellogg i in., 1999; Minson i in. 2001]. Wykazano również wpływ NO na utrzymanie stałego przepływu krwi przez naczynia opony twardej [Messlinger i in., 2000]. Woodward i in. [2015] przebadali 30 graczy piłki nożnej, w celu określenia wpływu zastosowania Kinesio Tapingu® na przepływ krwi w okolicy przedramienia w spoczynku oraz po jego lokalnym ogrzaniu. Zastosowali oni kształt plastra w postaci litery „I” oraz 35% naciągu plastra. Pomiar przepływu krwi prowadzone były na kończynie górnej prawej i lewej, przy czym kończyna dominująca poddana była aplikacji KT, natomiast na kończynie przeciwnej dokonywano pomiaru kontrolnego. Otrzymane przez Woodward i in. [2015] wyniki i przeprowadzona analiza statystyczna wskazały na brak wpływu plasterwa dynamicznego na mikrokążenie w obszarze działania KT. Również Stedje i in. [2012] korzystając z techniki LDF (*Laser Doppler Flowmetry*) starali się wykazać, że pofałdowania skóry powstałe po naklejeniu plastra powodują zwiększenie przepływu krwi i limfy, a tym samym poprawiają dostęp tlenu do mięśni [Kase i in., 1996; Richardson, 1998]. Powyższa obserwacja mogłaby wskazywać na możliwość modulacji objętości doprowadzanej krwi i wspieranie redukcji stanu zapalnego. Pomimo badań przeprowadzonych na 61 zdrowych osobach i pomiarach prowadzonych do 72 godzin od nałożenia plastra, wyniki Stedje i in. [2012], potwierdziły brak wpływu plastrowania dynamicznego na zmiany w mikrokążeniu. Również Banerjee i in. [2020] wykonali badania weryfikujące wpływ KT na mikrokążenie w 3 grupach interwencyjnych: placebo, kontrolnej oraz Kinesio Tape®. Do pomiarów zastosowali *Laser Doppler Imagine* (LDI), urządzenie, wykorzystujące sondę laserową o średnicy około 10 mm, uważane za dokładniejsze od LDF ze względu na bezdotykową możliwość pomiaru [Rajan i in. 2009, Choi i in, 2003]. Otrzymane przez nich wyniki są zbieżne z konkluzjami wcześniej przytoczonych publikacji i wskazują na brak wpływu plastrowania dynamicznego na zmiany przepływu krwi. Kolejnymi autorami pracy, weryfikującej przy pomocy LDF, zmiany mikrokążenia po zastosowaniu KT byli Miller i in. [2011], którzy również przeprowadzili badania na dominującej kończynie górnej osób zdrowych, korzystając z pomiaru przepływów mikrokążenia wykonanych techniką LDF. Wyniki tych badań również wskazują na brak wpływu plastrowania dynamicznego na zmiany przepływu krwi w okolicy mięśnia dwugłowego ramienia.

W badaniach własnych dołożono wszelkich starań, aby utworzyć jak najbardziej homogenną grupę badaną oraz prowadzić ją w zdefiniowanych relacjach i warunkach, celem otrzymania rzetelnych i powtarzalnych wyników, które będzie można zweryfikować i porównać z rezultatami otrzymanymi przez innych badaczy. Dlatego też do badań zakwalifikowane zostały osoby w zbliżonym wieku, nie trenujące wyczynowo, zdrowe i nie zażywające leków (szczegół-

nie przeciwbólowych) w ostatnich 7 dniach, bez urazów kończyny, osoby nie znające zasad plastrowania, oraz zaszczepione przeciwko COVID-19. Liczebność uczestników (n=20) również mieściła się w granicach wcześniej badanych grup. Pomiarzy prowadzone były zawsze o tej samej porze dnia w stałej temperaturze i wilgotności pomieszczenia. Ponadto, rejestracja przepływu krwi prowadzona była przy użyciu 2 sond, co umożliwiło porównanie przepływów w dwóch miejscach i sprawdzenie czy na całej długości działania plastra występują takie same zmiany mikrokrążenia, czy też np. w okolicy bazy plastra to działanie jest silniejsze. Ponadto, w porównaniu z niektórymi publikacjami [Banerjee i in. 2020], w badaniach własnych zagwarantowano monitorowanie warunków zewnętrznych oraz temperaturę ciała, a nakładanie plastrów realizowała jedna osoba, przygotowana teoretycznie i praktycznie w tym zakresie.

Otrzymane przez autorkę wyniki wskazują na brak zmienności w zakresie wskaźników przepływu krwi takich jak PU, VEL, CMBC. W badaniach własnych również nie stwierdzono istotnie statystycznego wpływu czasu aplikacji plastra na zmianę mikrokrążenia, mimo iż pomiaru dokonywano natychmiast po naklejeniu taśm oraz po 24 godzinach od jego aplikacji. Zauważono jednak, iż dla wartości PU_5 różnica ta była większa, co mogłoby wskazywać na silniejszy efekt oddziaływania plastra w obrębie bazy KT. Obserwacja ta wymaga jednak głębszej analizy i kolejnych pomiarów w tym kierunku, co nie było istotą badań autorki. Dostrzeżono również, iż wartości rejestrowane przez obydwie sondy różniły się, co wynika z różnego ukrwienia kończyny górnej wzdłuż całej jej długości. Wyniki badań własnych oraz wcześniejszych autorów wskazują, iż teoria Kinesio Tapingu® zaproponowana przez Kenzo Kase zakładająca, że „lifting skóry” po zastosowaniu plastrowania usposabiałaby do ułatwienia przepływu krwi i limfy, jest nieuzasadniona, szczególnie w aspekcie dostępnej wiedzy na temat leczenia niewydolności żylniej [Armstrong i in. 2017] i obrzęku limfatycznego [Kerchner i in. 2008].

Autorka zdaje sobie sprawę z małej grupy badawczej, którą mimo ograniczeń obowiązujących w okresie pandemii udało się zebrać i przebadać. Zauważalna jest ponadto w badaniach własnych tendencja wzrostowa perfuzji, zwłaszcza w odniesieniu do przepływu krwi mierzono w grupie Kinesio Tape® po 24 godzinach. Również ta obserwacja wskazywałaby na potrzebę przeprowadzenia badań na liczniejszej, zróżnicowanej (płeć, wiek, osoby zdrowe i ze schorzeniami) grupie badawczej z wydłużeniem czasu aplikacji. Przydatne dla wyjaśnienia sukcesu metody KT mogą być dalsze pomiary z wykorzystaniem obiektywnych, zaawansowanych metod pomiarowych.

7.3 Zmienność wskaźników biochemicznych po zastosowaniu Kinesio Tapingu®

Wprowadzenie do praktyki terapeutycznej Kinesio Tapingu®, wzbudziło pytania o mechanizm działania tego zabiegu, zwłaszcza o neurobiologiczne podłoże oddziaływania tej metody na organizm ludzki. Początkowo, oceniając efekt KT korzystano z popularnych, subiektywnych metod pomiarowych, głównie kwestionariuszy [Merino-Marban i in., 2013; Kim i in.; 2015]. Później, do oceny skuteczności tej metody zaczęto stosować przyrządy i urządzenia, m.in. dynamometr [Aguiar RSNA i in., 2018], zmierzając do obiektywizacji wyników. Szereg metod pomiarowych, które były dotychczas stosowane podczas badań z zakresu KT, przedstawiono w pracy Brychcy i Pawlak [2018]. Prowadzone przy ich pomocy badania pomijały jednak neurofizjologiczne i biochemiczne aspekty zmian wywołanych zastosowaniem Kinesio Tapingu®, które mogłyby warunkować lub wyjaśnić skuteczność tej metody.

W badaniach własnych, w każdej grupie, przy zachowaniu takich samych odstępów czasowych, przeprowadzono monitoring wybranych wskaźników biochemicznych, celem uchwycenia ewentualnego wpływu plastrowania dynamicznego oraz wysiłku na ich zmienność. Autorka ma świadomość, że zarejestrowana zmienność stężenia badanych wskaźników jest wypadkową czynników subiektywnych i obiektywnych, co przy braku stosownych danych w piśmiennictwie oraz trudności w pozyskaniu środków na kompleksowe pomiary metodyczne, nie pozwala lub przynajmniej utrudnia interpretację uzyskanych wyników.

Warto dodać, że są to pierwsze tego typu badania tak szczegółowo opisujące możliwy wpływ Kinesio Tapingu® na lokalne krążenie oraz wskaźniki biochemiczne w obszarze oddziaływania aplikacji. Z pewnością dopiero pełne poznanie i zrozumienie tych relacji poprzez pomiary wskaźników fizjologicznych i biochemicznych oraz bardziej zaawansowane strategie planowania badań, pozwoli na rozpatrywanie techniki plastrowania we właściwych odniesieniach praktycznych, jako obiektywnie potwierdzonej terapii lub też zabiegu wymagającego do sukcesu leczniczego aspektu psychologicznego.

BETA ENDORFINA

Pochodząca z rozpadu proopiomelanokortyny β -endorfina jest endogennym neuropeptydem, aktywnym elementem endogennego układu opioidowego, syntetyzowanym głównie w przednim płacie przysadki mózgowej kręgowców. Receptory opioidowe, dla których ligan-

dem jest β -endorfina, znajdują się zarówno w ośrodkowym jak i obwodowym układzie nerwowym, funkcjonalnie włączając się w proces nocycepcji, zmniejszając dolegliwości bólowe [Polaski, 2019] oraz modulacji uwalniania dopaminy. Wykazano, że beta-endorfina ma działanie analgetyczne odpowiadające 6-8 mg morfiny [Grabowski i in., 2010; Levine i in., 1981], a do wzrostu jej uwalniania przyczynia się aktywność fizyczna, co potwierdzili m. in. Paungmali i in. [2018] u osób z dolegliwościami bólowymi kręgosłupa. Na powiązanie wysiłku fizycznego ze wzrostem stężenia β -endorfiny w osoczu krwi oraz z efektem analgetycznym wskazywali też inni autorzy, zaznaczając, że istotna jest przy tym intensywność, typ i długość zastosowanego obciążenia [Goldfarb, 1997], bowiem wysiłki w przedziale od 40% do 70% VO_2max nie wpływały w sposób istotny na zmianę poziomu tego wskaźnika [Sforzo, 1989]. W badaniach własnych uczestnicy poddani byli wysiłkowi, który nie powodował wzrostu częstości skurczów serca powyżej 75 uderzeń na minutę, co charakteryzuje wysiłki o bardzo małej intensywności, dlatego też można by wykluczyć wpływ wysiłku fizycznego na zmianę poziomu β -endorfiny, w grupie z plastrami placebo.

Bezsprzecznie jednak, dążąc do wyjaśnienia subiektywnie odbieranego w wielu przypadkach pozytywnego oddziaływania plastrów, warto byłoby się zastanowić nad możliwym efektem placebo. Wiadomo bowiem, iż efekt placebo jest zależny od endogennego układu opioidowego [Petrovic i in., 2002]. Bender i in. [2007] wskazali, iż różne zabiegi fizjoterapeutyczne, takie jak terapia manualna, sauna czy elektrostymulacja mogą prowadzić do podwyższenia poziomu β -endorfiny i modulować efekt przeciwbólowy.

W dostępnym piśmiennictwie brak jest dotychczas publikacji, które precyzowały wpływ Kinesio Tapingu[®] na poziom endogennych opioidów. Wyniki badań własnych wskazują, iż poziom β -endorfiny może zależeć od czasu kontaktu plastra ze skórą, ponieważ największy ich wzrost obserwowano po 24 godzinach od aplikacji taśmy placebo. Dodatkowym czynnikiem, który odpowiadałby za ponad 41% wzrost stężenia β -endorfiny w tej grupie, wydaje się być aspekt psychologiczny, bowiem podczas prowadzonych badań uczestnicy próbowali znaleźć różnicę między poszczególnymi plastrami. Niewykluczone, że plaster placebo kojarzył się uczestnikom z elementem nowości, testowaniem nowej generacji plastrów charakteryzujących się większą skutecznością, które, jak mogli przypuszczać, autorka chciała rzekomo wprowadzić na rynek fizjoterapeutyczny.

Badania dowodzą, iż na analgetyczny efekt placebo może być uzależniony od relacji między endogenną cholecystokininą, a poziomem β -endorfiny [Lipmann, 1990]. Podanie proglumidu, antagonisty cholecystokininy wykazującej antyopiodowe działanie nasila ten efekt, jednakże tylko w przypadku, gdy była ona podana w sposób widoczny dla pacjenta [Benedetti

i in., 1995; Benedetti, 1997]. Dowiedziono również, iż na aktywację endogennego układu opioidowego, mają wpływ bodźce zewnętrzne, a u osób oczekujących pozytywnego wpływu placebo dochodzi do zwiększenia przepływu krwi w przedniej korze zakrętu obręczy [Petrovic i in., 2002]. Zauważalne w tym miejscu jest podobieństwo procesów neurochemicznych i psychologicznych (oczekiwanie), ponieważ podanie remifentanilu - agonisty receptorów opioidowych, prowadzi również do zwiększenia przepływu krwi w przedniej korze zakrętu obręczy.

W badaniach własnych stwierdzono, iż grupa kontrolna, w której nie zastosowano żadnego z plastrów, charakteryzowała się coraz niższym poziomem β -endorfiny zarówno w pierwszym jak i drugim dniu badań, co wskazywałoby, że zastosowany wysiłek nie był na tyle intensywny, aby spowodować modulację endogennego opioidu, a zanotowany wzrost β -endorfiny w grupie placebo wywołany był najprawdopodobniej efektem działania plastra placebo bądź przytoczonym wcześniej „oczekiwaniem” efektu terapeutycznego. Uzyskane wyniki stanowią dobrą bazę do dalszych analiz i pokazują nowe, możliwe mechanizmy oddziaływania Kinesio Tapingu® na organizm człowieka. Stwierdzone przez autorkę, duże odchylenia standardowe stężenia β -endorfiny wskazują na znaczną indywidualną zmienność w badanej populacji. Niemniej, uzyskane wyniki sugerują, iż zabieg terapeutyczny i forma jego aplikacji może modulować aktywność endogennego układu antynocyceptywnego oraz że w analgetyczny aspekt placebo wydaje się być włączony element psychologiczny, o którym niejednokrotnie wspomniano w badaniach dotyczących KT [Kong i in., 2007].

INTERLEUKINA 6

Interleukina 6 jest polipeptydem glikozydowym, należącym do cytokin, które charakteryzują się szerokim spektrum działania biologicznego. Drogi sygnałowe cytokin charakteryzuje działanie kaskadowe, w którym pierwotna cytokina poprzez receptor prowadzi do ekspresji kolejnej lub kilku cytokin wtórnych. W aspekcie tematyki badań własnych, wielokierunkowe działanie interleukiny 6 stało się atrakcyjnym obiektem zainteresowań badawczych autorki. Monitorowanie stężenia tego wskaźnika zmierzało do ustalenia czy, a jeżeli tak, to w jakim zakresie, oddziaływanie plastrów na skórę lub zastosowanie wysiłku wpłynie na zmianę poziomu interleukiny 6.

Zaobserwowano bowiem, iż u osób trenujących poziom cytokin prozapalnych jest znacznie wyższy w porównaniu z osobami nietrenującymi, przy czym poziom ten wzrasta w sposób proporcjonalny do intensywności, czasu trwania wysiłku oraz poziomu wytrenowa-

nia [Gokhale i in. 2007]. Uwalnianie cytokin IL-1, IL-6 a także białek CRP (białko ostrej fazy zapalnej) może być związane z uszkodzeniem w obrębie błon komórkowych i skoordynowane poprzez specjalny mechanizm uwalniania [Cipryan, 2017]. Wzrost stężenia cytokin powysiłkowych jest w dużej mierze widoczny w wysiłkach z przewagą skurczy ekscentrycznych [Tomiya i in, 2004, Sadowska-Krępa i in., 2017]. Interleukina 6 jest bardzo ważna w zapoczątkowaniu oraz rozwoju stanu zapalnego. IL-6 uwalniana jest stosunkowo szybko, około 60 minut po urazie, a podwyższone jej stężenie stwierdza się w krwi obwodowej już po 12 godzinach po urazie. Przez to, iż wykazuje ona działanie ogólnoustrojowe traktowana jest jako endogenny pirogen, czyli substancja oddziałująca na ośrodek termoregulacji w podwzgórzu i powodująca podniesienie temperatury ciała. Efekt taki, wprawdzie nieznaczny, obserwowano w odniesieniu do wzrostu temperatury w obszarze poddanym działaniu Kinesio Tapingu®. Mimo, iż plastrowanie dynamiczne z zasady ma zmniejszać stan zapalny tkanki, dochodzi jednak niekiedy do reakcji zapalnej po zastosowaniu plastra. Udział takich zdarzeń jest wprawdzie niewielki (0,3%), jednak takie zjawisko warte jest również poddaniu analizie i zastanowieniu się czy jest to reakcja na plaster Kinesio Tape® czy jakikolwiek plaster, który miałby kontakt ze skórą, a tym samym mógłby aktywnie oddziaływać na adipocyty oraz komórki mięśniowe stymulując organizm do wydzielania interleukiny 6, a dalej do podniesienia temperatury ciała w obrębie plastrowania i wytworzenia odpowiedzi zapalnej. Na powiązanie skóry z poziomem cytokin zwrócili uwagę Clausen i in. [2020] badając poziom cytokin prozapalnych w warstwie rogowej naskórka, przy pomocy specjalnych taśm, które miałyby być alternatywą do biopsji, wykorzystywanej w diagnostyce chorób zapalnych skóry takich jak m.in. AZS (atopowe zapalenie skóry). Również najnowsze doniesienia wskazują, iż Kinesio Taping® może wpływać na zmniejszenie poziomu IL-6, nawet do 2 dni po wysiłku fizycznym [Song i Yang, 2022].

Analizując wyniki badań własnych można zauważyć, iż wystąpiła istotna statystycznie różnica stężenia IL-6 między pomiarem 4 (24 godziny po naklejeniu plastra placebo i wysiłku fizycznym) w porównaniu z wcześniejszymi pomiarami. Poziom interleukiny 6 wzrósł w stosunku do wcześniejszych pomiarów, co może sugerować, iż u przynajmniej części uczestników badań również dochodziło do wystąpienia lokalnego stanu zapalnego, jednakże nie w takim stopniu, aby był on przez nich odczuwany subiektywnie. Tej spekulacji przeczy jednak przypadek jednej osoby, która w grupie placebo doznała lokalnego odczynu manifestującego się lekkim opuchnięciem kończyny oraz subiektywnie odczuwanym ociepleniem skóry po 24 godzinach kontaktu z plastrem Mefix (placebo). Ciekawe jednak, że przy zastosowaniu plastra KT wspomniany odczyn nie wystąpił. Interesujące również, że u tej

osoby nie stwierdzono podwyższonego poziomu interleukiny 6 po zastosowaniu plastra, zwiększyło się natomiast stężenie interleukiny 10.

Warto wspomnieć, że najwyższe odchylenia standardowe w zakresie wyników dla IL-6 wykazano w grupie KT, a najmniejsze w grupie placebo. Tam też można było spodziewać się wystąpienia różnic istotnych statystycznie, co potwierdziła też analiza statystyczna. W grupie z plastrem Kinesio Tape® zaobserwowano również wzrost poziomu IL-6 pomiędzy poszczególnymi pomiarami, jednak różnice nie były istotne statystycznie.

INTERLEUKINA 10

Należąca do cytokin interleukina 10 uwalniana jest głównie przez monocyty i limfocyty TH2, wykazując szereg bezpośrednich i pośrednich funkcji hamujących procesy zapalne, które włączone na poziomie komórkowym oraz tkankowym mogłyby prowadzić do szoku septycznego i śmierci. Również skurcze mięśni i uszkodzenia ich włókien w trakcie wysiłku fizycznego są bodźcem do sekrecji cytokin, przy czym ich uwolniona ilość zależy od długości trwania wysiłku, jego intensywności oraz od ilości zaangażowanej masy mięśniowej [Hirose i in., 2004; Peake i in., 2005]. Wykazano, że wysiłek dłuższy niż 2 godziny powodował największe zmiany w ilości cytokin tj. 60-krotny wzrost IL-10 i 120 krotny wzrost IL-6. Wysiłki ekscentryczne o niewielkiej długości oraz koncentryczne do 30 minut powodowały natomiast słabszą odpowiedź cytokin. Obserwowano 25% obniżenie IL-10 i 2-krotny wzrost IL-6 [Suzuki i in., 2002].

Interleukina 10 była czynnikiem monitorowanym podczas przebiegu badań, bowiem przyjęto, że stan zapalny wytworzony podczas wysiłku fizycznego zgodnie z założeniami Kinesio Tapingu® powinien być ograniczany przy funkcjonalnej pomocy plastrów. Badania prowadzone przez autorkę były jednymi z pierwszych, które weryfikowałyby skuteczność metody plastrowania dynamicznego w aspekcie wpływu na cytokiny, zwłaszcza IL-10. Były to też pierwsze badania weryfikujące czy podczas wysiłku fizycznego dochodzi do wzmożonego wydzielenia IL-10 wywołaną skurczami włókien mięśniowych. Do tej pory opisano jedynie zwiększenie sekrecji IL-10 z mięśni przepony jako reakcję na zakażenie bakteryjne [Divangahi i in., 2007].

Wyniki uzyskane w badaniach własnych wskazują na brak istotnie statystycznych zmian w poziomie stężenia IL-10. Przyczyną takiego stanu może być wysiłek fizyczny zastosowany u probantów, charakteryzujący się niską intensywnością i ograniczony do zaangażowania niewielkiej partii mięśniowej. Powyższe wskazuje na potrzebę przeprowadzenia pomiarów z

większym obciążeniem fizycznym, co pozwoliłoby ustalić, czy Kinesio Taping® potrafi modulować poziom uwalnianej interleukiny 10 proporcjonalnie do obciążeń oraz zweryfikować pogląd o możliwym wydzielaniu IL-10 w następstwie uwolnienia czynników stanu zapalnego wywołanego uszkodzeniem włókien mięśniowych. Jednak otrzymane wyniki w badaniach własnych w grupie Kinesio Tape® były wyższe w stosunku do grupy kontrolnej co sugerowałoby możliwy wpływ plastrowania na zmniejszenie stanu zapalnego poprzez zwiększoną sekrecję IL-10. Zmiany te mogą nakreślać nowy kierunek badań w obszarze mechanizmu działania KT.

7.4 Profil odżywienia

BIAŁKO CAŁKOWITE, ALBUMINY, GLUKOZA

W dostępnym piśmiennictwie z zakresu KT, nie charakteryzowano dotychczas wskaźników biochemicznych opisujących stan zdrowia uczestników badań, który pośrednio lub bezpośrednio mógł wpływać na subiektywny odbiór efektów plastrowania. W badaniach własnych oznaczono stężenie białka całkowitego, albumin oraz glukozy, celem uchwycenia zakresu zmian w badanej grupie uczestników oraz potwierdzenia, iż stosowali się oni do przekazanych zaleceń odstąpienia od wykonywania nadmiernego wysiłku fizycznego przed badaniami, rezygnacji ze spożywania nadmiernej ilości węglowodanów, zwłaszcza słodczy przed przystąpieniem do pomiarów oraz przestrzegania ujednoliconej diety w okresie prowadzonych pomiarów. Otrzymane wyniki koncentracji glukozy, białka całkowitego oraz albumin wskazywały jednoznacznie, iż probanci na każdym etapie badań cechowali się stałymi poziomami wspomnianych wskaźników.

Wartości stwierdzone u badanych osób wskazują, że przemiany prowadzące do pozyskiwania podstawowego substratu energetycznego - glukozy, przebiegały u nich prawidłowo. Średnie, przekraczające zaledwie w kilku przypadkach wartość 100 mg/dl charakteryzowały się znacznie wyższymi odchyleniami standardowymi, od niższych średnich, co mogłoby wskazywać na wyjątkowość takich zdarzeń.

Białko całkowite i albuminy stanowią nie tylko ważny składnik odżywczy, ale są podstawowym elementem prawidłowego funkcjonowania organizmu, zwłaszcza struktur wewnątrzkomórkowych, zapewniających podstawowe potrzeby, zwłaszcza pozyskiwanie energii oraz transporty przez błony. Również wysiłek fizyczny wiąże się ze zwiększonym zapotrzebowaniem i zużyciem białek. Zapewniają one również prawidłowy proces regeneracji oraz przyspieszają proces budowania masy mięśniowej, a jego niedobory mogą skutkować

osłabieniem, pogorszeniem samopoczucia czy schorzeniami o zróżnicowanej etiologii. [Dymkowska- Malesa i in., 2011].

7.5 Profil wysiłkowy: kinaza kreatynowa , pirogronian, mleczan, dehydrogenaza mleczanowa, aminotransferazy: alaninowa i asparaginowa

KINAZA KREATYNOWA

Kinaza kreatynowa jest enzymem uwalnianym z komórek na skutek ich uszkodzenia, najczęściej przy wysiłku fizycznym. CK jest głównym regulatorem energii komórkowej. Na całkowitą jej aktywność składają się 3 izoenzymy w formie dimerów, które różnią się miejscem pochodzenia [mózg (BB), mięsień sercowy (MB) oraz mięśnie szkieletowe (MM)]. W zależności od rasy oraz poziomu wytrenowania przyjmuje ona różne górne wartości referencyjne [Kierdaszuk i in., 2012]. Na skutek odwracanej konwersji kreatyny do fosfokreatyny, kinaza kreatynowa gromadzi dużo szybko dyfundującej fosfokreatyny do przestrzennego i czasowego buforowania poziomu ATP. Dlatego też jest ona niezwykle istotna w tkankach o zmiennym i dużym zapotrzebowaniu w energię takie jak mózg i mięśnie [Schlattner i in., 2006]. Osoby biorące udział w badaniach własnych nie wykazywały zwiększonej aktywności CK, przy czym grupa z KT charakteryzowała się zarówno nieco niższymi wartościami średnich jak i mniejszą zmiennością w porównaniu do pozostałych grup.

U osób aktywnych fizycznie oraz trenujących, poziom referencyjności w spoczynku jest wyższy, a wynika to z faktu większej masy, jak również wysokich obciążeń treningowych sportowców. Mimo, iż rezultaty osiągnięte przez probantów nie wykazywały się zmianami na poziomie istotności statystycznej, to zauważyć można, iż największy spadek poziomu CK można zaobserwować między pomiarem dokonany pierwszy dzień w spoczynku oraz po 24 godzinach noszenia plastra placebo i wysiłku, a zmiana ta wynosiła 16,14%. Zauważyć również można, iż poziom kinazy kreatynowej utrzymywał się w poszczególnych grupach na stałym poziomie, co może świadczyć i wskazywać na zmienność osobniczą danej grupy oraz ewentualną zróżnicowaną aktywność w dzień poprzedzający badanie. Na konieczność prowadzenia bardziej szczegółowych badań dotyczących Kinesio Tapingu® zwrócił uwagę Zanca i in. [2015] ponieważ ograniczenie się do badań wpływu KT na ochronę układu mięśniowo-szkieletowego oraz ekspresję mięśniową nie jest już wystarczające.

Dowiedziano, iż aktywacja czynności skurczowych mięśni powoduje sztuczne ich zmęczenie, a tym samym zmniejszenie elastyczności oraz ból. Ma to być spowodowane redukcją siły

mięśniowej poprzez długotrwałe ćwiczenie [Armstrong, 1990; Ebbeling i in., 1989]. Ponadto zmęczenie mięśni skutkuje zmniejszeniem zakresu ruchu w stawie oraz prowadzi do zwiększenia objętości i obwodu tkanki mięśniowej [Friden i in 1988]. Tematykę tę w aspekcie Kinesio Tapingu® podjęli Ko i Kim [2021] oraz Choi i in. [2021]. Ci ostatni autorzy w publikacji „*Change reaction of fatigue recovery material before and after taping during isokinetic exercise*” opisali wpływ wysiłku fizycznego i Kinesio Tapingu® na zmiany poziomu CK, LDH, kwasu mlekowego oraz amoniaku. Otrzymane przez nich wyniki wskazują, iż KT nie wpływał na zmianę aktywności kinazy kreatynowej po wysiłku, co mogłoby sugerować wpływ zabiegu na aktywowanie lub przyspieszenie procesu regeneracji tkanek. Wyniki tych badań są zbieżne z rezultatami otrzymanymi w badaniach własnych, gdzie autorka również nie stwierdziła wpływu plastrowania dynamicznego na zmianę poziomu CK. Jedyne zmniejszenie aktywności, zauważono w grupie placebo jednak nie była to zmiana na poziomie istotności statystycznej. Warto wspomnieć, że w badaniach własnych zwiększono liczebność grupy, w porównaniu do wcześniej cytowanych badań Choi i in. [2021], które charakteryzowały się małą liczebnością uczestników (n=8).

MLECZAN, PIROGRONIAN

Uczestnikom badań oznaczono stężenie mleczanu oraz pirogronianu, zawsze w spoczynku oraz po wysiłku. Wartości tych wskaźników mieściły się w spoczynkowych granicach referencyjnych, co świadczy o tym, iż osoby badane przystępowały do pomiarów nieobciążone wcześniejszym, intensywnym wysiłkiem.

Pirogronian i mleczan są produktami glikolizy, przy czym dostateczna ilość tlenu umożliwia tworzenie pirogronian z możliwością jego utleniania do acetylo-CoA niezbędnego do przebiegu cyklu Krebsa, natomiast zmniejszony dostęp do tlenu tzw. hipoksja, prowadzi do redukcji pirogronianu i wytworzenia mleczanu. Stałe niewielkie stężenie mleczanu stwierdzone w spoczynku jest konsekwencją fizjologicznych procesów pozyskiwania energii przez pozbawione mitochondriów erythrocyty oraz inne komórki, gdzie proces beztlenowy przeważa nad tlenowym [Edwards, 1981, Pawlak i Podgórski, 2016].

Mleczan i pirogronian są ważnymi indykatorami, które wskazują na poziom odczuwanego zmęczenia i są równocześnie wyznacznikiem fizjologicznej zdolności organizmu do wysiłku [Costill i in., 1983], a szybkość usuwania tych metabolitów wpływa na proces jego regeneracji. Zgodnie z założeniami Kinesio Tapingu®, zabieg ten pomaga w przywróceniu homeostazy tkanek, głównie mięśni, naruszonej w wyniku oddziaływania procesów nadmiernie obciążają-

cych lub patologicznych. Zastosowanie plastra jako naturalnego środka normalizującego osłabienie mięśniowe, ma poprawić krążenie krwi, płynu limfatycznego oraz ślizgu tkankowego celem przywrócenia równowagi mięśniowej, łagodzić ból oraz polepszać usuwanie biochemicznych wykładników zmęczenia, co sprzyja przyspieszeniu procesu regeneracji organizmu [Kaya i in., 2011].

Do tej pory tylko w 2 publikacjach opisane zostało stężenie mleczanu oraz porównano grupę z aplikacją Kinesio Tapingu z grupą bez takiej aplikacji. Osoby badane wykonywały skurcze izokinetyczne mięśnia czworogłowego uda w 3 etapach, do momentu odmowy. Otrzymane wyniki wskazują, iż KT nie wpłynął w sposób istotny statycznie na poziom mleczanu.

W badaniach własnych zaobserwowano wzrost poziomu mleczanu po wykonanych wysiłkach jednak mieścił się on nadal w wartościach referencyjnych, co świadczyło o tym, iż wysiłek cechował się niską intensywnością. Przeprowadzona analiza statystyczna nie wykazała różnic pomiędzy grupami w poszczególnych pomiarach, a wyniki dla grupy Kinesio Tape były zbliżone do grupy kontrolnej. Powyższe wskazuje, iż plastrowani dynamiczne nie wpływało na modulację stężenia mleczanu i nawiązuje do podobnych danych opublikowanych przez Ko i Kim [2021] oraz Choi i in. [2021], potwierdzając zarazem niezdolność Kinesio Tapingu® do wpływu na przyspieszenie procesu regeneracji i/lub usuwanie produktów przemiany materii.

DEHYDROGENAZA MLECZANOWA

Dehydrogenaza mleczanowa jest kolejnym wskaźnikiem definiującym poziom zmęczenia zawodnika i osób poddanych wysiłkowi fizycznemu. LDH jest enzymem odpowiedzialnym za przekształcenie pirogronianu do mleczanu w warunkach deficytu tlenowego głównie w mięśniach poddanych dużemu wysiłkowi fizycznemu. Zwiększona aktywność tego enzymu stwierdzana jest wraz z upływem czasu od wysiłku fizycznego, w którym doszło do uszkodzenia tkanek, w trakcie zawału, w warunkach nekrozy komórki i hipoksji [Miao i in., 2013].

W badaniach własnych, poziom LDH u wszystkich badanych znajdował się w zakresie przyjętych norm 225- 440 [U/l]. Jedynie w grupie kontrolnej zaobserwowano różnicę na poziomie istotności statystycznej $p=0,047$ pomiędzy pomiarami dokonanymi w spoczynku pierwszego dnia, a pomiarem wykonanym w spoczynku po 24 godzinach. W grupach z plastrem KT oraz placebo nie zaobserwowano znaczących różnic. Badania własne były zbieżne z rezultatami Ko i Kim [2021] oraz Choi i in. [2021], którzy również nie zaobserwowali zmian poziomu LDH. Na podstawie badań własnych oraz wyżej przytoczonych można zatem przyjąć, że Kinesio Taping® nie jest czynnikiem modulującym poziom dehydrogenazy mleczanowej.

AMINOTRANSFERAZY: ALT, AST

W badaniach, w których wykorzystywany jest wysiłek fizyczny, uzasadnione staje się oznaczenie aminotransferazy alaninowej i asparaginowej, ponieważ podczas wysiłku fizycznego dochodzi do zmiany aktywności tych enzymów cytoplazmatycznych. Występują one we krwi już podczas minimalnych uszkodzeniach błon komórkowych narządów, w których są obecne [Markiewicz i in. 1977]. Zatem podczas badań, w których wysiłek fizyczny jest ich istotną częścią, warto oznaczyć wartości wspomnianych aminotransferaz celem wykluczenia efektu przetrenowania, problemów zdrowotnych czy uszkodzenia narządów, w których występują [Banfi i in. 2012]. Zmiany poziomów omawianych enzymów manifestują się również w szeregu chorób np.: niewydolności wątroby i spowodowanym nią wodobrzuszu, oraz stanach zapalnych różnych narządów [Grądalski, 2019]. Dostępne publikacje wskazują na skuteczność metody Kinesio Tapingu® w leczeniu obrzęków, m.in. u kobiet po mastektomii [Kasawara i in. 2016, Taradaj i in., 2016] lub też po urazach sportowych [Garczyński i in. 2013]. W schorzeniach tych również rejestrowano podwyższoną aktywność aminotransferaz, co tym bardziej wskazuje na uzasadnione weryfikowanie efektu zastosowania Kinesio Tapingu® poprzez monitorowanie aktywności tych enzymów.

Uzyskane w badaniach własnych zmiany poziomów aminotransferaz, nie wskazywały na wykonanie intensywnego wysiłku fizycznego podczas prowadzonych badań, mimo ściskania dynamometru ręcznego do odmowy. Analiza statystyczna uzyskanych wyników wykazała wprawdzie różnice aktywności aminotransferazy asparaginowej w grupie z plastrem Kinesio Tape® pomiędzy pomiarem wykonanym w spoczynku a tym po wysiłku fizycznym, pierwszego dnia ($p=0,028$), jednak również te wyniki nie przekroczyły spoczynkowych wartości referencyjnych. Uzyskane wyniki wskazują również, iż uczestnicy badań, zgodnie z zaleceniami, nie wykonywali nadmiernego wysiłku fizycznego w okresie bezpośrednio poprzedzającym badania.

Brak zmiany poziomu aminotransferaz u badanych osób potwierdził, iż zastosowany w badaniach wysiłek nie był wystarczająco intensywny, aby obciążyć komórki mięśniowe w stopniu krytycznym. Warto dodać, że prezentowane badania są pierwszymi tego typu, a autorka zdaje sobie sprawę z konieczności ich poszerzenia o próby przeprowadzone na osobach z dysfunkcjami np. obrzękiem lub poddanym większym wysiłkom fizycznym.

7.6 Wskaźniki biofizyczne: temperatura, siła mięśniowa

TEMPERATURA

W kilkunastu publikacjach z zakresu Kinesio Tapingu[®], które dostępne są w bazach danych, zapisywano wyniki pomiarów temperatury u badanych osób w okolicy plastrów lub pod nimi. Autorzy w swoich pracach wskazywali, iż Kinesio Taping[®] może wpływać na zmiany powierzchniowej temperatury tkanek [Windisch i in., 2017; Liu i in., 2020]. Również Morris i in., [2012], Nowotny [2004] i Słomka i in., [2018] przeprowadzili badania w oparciu o założenia metody KT przyjmując, iż plastrowanie wpływa na zmianę przepływu krwi oraz limfy. Na kształtowanie się temperatury powierzchni skóry ma wpływ metabolizm komórek skóry i naskórka oraz energia cieplna wytwarzana w tkankach położonych głębiej, zwłaszcza w mięśniach [Ganong, 1994; Trafalski i in., 2007].

Jak już wspomniano, zmiany mikrokrążenia mogą być również następstwem podwyższenia temperatury ciała po zastosowaniu plastrowania dynamicznego [Charkoudian, 2003], przy czym plaster może prowadzić do jej zwiększenia w dwojaki sposób. Możliwe jest bowiem zarówno aktywne oddziaływanie plastra na skórę, poprzez jej mechaniczne naciągnięcie i zwiększenie powierzchni nad miejscem uszkodzenia (np. mięśniem) jak również bierne oddziaływanie plastra na tkanki poprzez pełnienie przez plaster roli izolatora, który przysposabiałby do zwiększenia pod nim temperatury i w ten sposób skutkowało rozszerzeniem naczyń krwionośnych, a tym samym zwiększeniem mikrokrążenia krwi. Najprawdopodobniej, można przyjąć, że oba przedstawione procesy mają swój udział w kształtowaniu się temperatury mierzonej pod lub w okolicy plastra.

Niewątpliwie, wysiłek fizyczny jest kolejnym czynnikiem podwyższającym temperaturę pod lub bezpośrednio w okolicy plastra. Szczególnie duże, bowiem wynoszące 6°C, zwiększenie temperatury mierzonej pod plastrem założonym na stopie, stwierdzili po wysiłku fizycznym Alt i in. [1999]. Dlatego też, w kolejnych publikacjach uwzględniano temperaturę jako wskaźnik ewentualnie powiązany z Kinesio Tapingiem[®]. Racheńiuk i in. [2008] przeprowadzili na 20 studentach, deklarujących we wcześniejszych latach dolegliwości bólowe lędźwiowego odcinka kręgosłupa, badania oceniające zmianę temperatury ciała po zastosowaniu plastrowania dynamicznego. Pomiarów, w okolicy odcinka lędźwiowego kręgosłupa, dokonywano za pomocą kamery termowizyjnej przed aplikacją, godzinę po aplikacji oraz po 24 godzinach od naklejenia plastra. Wykazano, że aplikacja KT, wokół taśm pomiędzy ogonami plastra, bocznie oraz na szczycie naklejonych taśm, była przyczyną podwyższenia temperatu-

ry ciała, przy czym jej największy wzrost, o $1,27^{\circ}\text{C}$, stwierdzono pomiędzy ogonami plastra. Autorzy zwrócili również uwagę, że kolor plastra może być czynnikiem nieobojętnym i wpływać na zmianę temperatury, co warto mieć na uwadze przy standaryzacji badania.

Otrzymane przez wspomnianych autorów wyniki wskazują, iż Kinesio Taping® może stanowić rolę izolatora termicznego, a podwyższona temperatura włączać się w efekt odruchowej reakcji hemodynamicznej. Podobne obserwacje poczynili Liu i in. [2020], sprawdzając czy rodzaj aplikacji, a zwłaszcza kształt plastra może mieć wpływ na zmianę temperatury ciała. Ich pomiary, przeprowadzone przy pomocy kamery termowizyjnej przed aplikacją oraz 10 min od naklejenia plastra wykazały, iż Kinesio Taping prowadził do podwyższenia temperatury ciała, a najefektywniejsze wyniki uzyskano poprzez zastosowanie aplikacji w kształcie „wachlarza”. Badania Liu i in. [2020] były zbieżne z wynikami opisanymi przez Vercelli i in. [2017] oraz Pamuk i Yucesoy [2015], którzy próbowali znaleźć przyczynę zwiększania się temperatury po zastosowaniu KT.

Badania Yang i Lee [2018], które zostały przeprowadzone na 28 zdrowych mężczyznach pozwoliły zweryfikować czy pofałdowanie, które powstaje po aplikacji może wpływać na lokalne zwiększenie temperatury. Pomiary wykonano przed aplikacją, 5 i 15 minut po aplikacji, oraz po zdjęciu plastrów. Otrzymane wyniki wskazywały na brak statystycznie istotnych różnic pomiędzy aplikacjami bez i z pofałdowaniami. W ten sposób możliwe było wykluczenie mechanicznego oddziaływania plastra i wpływu pofałdowań na zwiększenie temperatury w obszarze oddziaływania taśm.

W badaniach własnych pomiarów dokonywano pomiędzy ogonami plastra oraz bocznie od jego brzegów, poza obszarem plastrowania. Kontroli temperaturowej dokonywano po aklimatyzacji w pomieszczeniu i odpoczynku, po aplikacji plastra i wysiłku fizycznym, na drugi dzień po aklimatyzacji i odpoczynku oraz po wysiłku fizycznym. Autorka stwierdziła, iż doszło do zwiększenia różnicy pomiędzy wartościami temperatury w obszarze plastrowania między pierwszym a drugim pomiarem ($p < 0,001$). Zauważono ponadto, iż w pomiarze drugim również uzyskano wyniki istotne statystycznie między grupą KT a grupą placebo ($p < 0,001$) oraz między grupą KT, a grupą kontrolną ($p = 0,006$). Otrzymane wyniki sugerują, iż na skutek plastrowania może dochodzić do zwiększenia temperatury w obszarze jego działania, jednak różnica nie jest na tyle wysoka, aby powodowała zmiany na poziomie istotności statystycznej w przepływie krwi, jak zauważyć można we wcześniejszych rozdziałach. Dlatego też wyniki badań własnych skłaniają do potwierdzenia teorii o plastrze jako izolatorze termicznym, co zaobserwowali w swoich badaniach Słomka i in. [2018].

Przytoczone w tym podrozdziale wyniki prac dotyczących wpływu plastrowania dynamiczne-

go na zmianę temperatury obszaru poddanego aplikacji są zbieżne z wynikami otrzymanymi przez autorkę. Powyższe nie wyczerpuje jednak odpowiedzi na wszystkie pytania i wskazuje na potrzebę dalszych pomiarów w zakresie wpływu plastrowania dynamicznego na zmiany temperatury ciała w obszarze poddanym aplikacji.

SIŁA MIĘŚNIOWA

Dynamometr wykorzystany w badaniach własnych służył do uzyskania efektu zmęczenia mięśni dominującej kończyny górnej i pomiaru maksymalnej siły ścisku dłoni. Uzyskane w ten sposób zmęczenie mięśni miało umożliwić odpowiedź na pytanie, czy Kinesio Taping® może modulować lub opóźnić zmęczenie mięśni wywołane treningiem [Bac i in., 2009; Michalak i in., 2009] oraz zweryfikować jego wpływ na zwiększenie siły mięśniowej, jak zakładali Atlas i in. [2020]. Natomiast Eraslan i in. [2018] przebadali 45 osób z rozpoznaniem zapaleniem nadkłykcia bocznego kości ramiennej. Sprawdzili oni wpływ metod fizjoterapeutycznych, w tym Kinesio Tapingu®, na odzyskiwanie siły chwytu, mierzonej za pomocą dynamometru. Wykazali, że grupa w której zastosowano KT wykazała lepsze efekty terapeutyczne ($p < 0,05$) w porównaniu z pozostałymi zabiegami (fala uderzeniowa, zimne okłady lub przezskórna stymulacja).

Rezultaty badań własnych były zbieżne z wynikami Külcü i in [2016] i wskazują, że Kinesio Taping® nie wzmacniał siły ścisku, niezależnie od czasu kontaktu plastra ze skórą. Wartości grupy kontrolnej były wyższe od wyników stwierdzonych w pozostałych grupach, placebo oraz grupy z naklejonym plastrem KT. W badaniach własnych zastosowano plastrowanie zarówno zginaczy jak i prostowników. Podobny wynik odnośnie do oklejenia zginaczy i prostowników otrzymali wcześniej Mohammadi i in. [2016]. Autorka nie wyklucza, że inny niż przyjęty sposób oklejania mógłby wpłynąć na uzyskane wyniki badań własnych. Ze względu jednak na wymienione w podrozdziale 3.9 mięśnie, uczestniczące podczas ściskania dłoni, przyjęto procedurę oklejania prawie całego przedramienia zarówno zginaczy jak i prostowników, umożliwiając zwiększenie powierzchni oddziaływania plastra.

8 PODSUMOWANIE

Przeprowadzone badania nie wskazują jednoznacznie na mechanizmy lub procesy odpowiedzialne za terapeutyczne oddziaływanie plastra. Niemniej, uzyskane wyniki opisują zdarzenia zachodzące po zastosowaniu Kinesio Tapingu® jak zmiana temperatury ciała w obszarze plastrowania oraz aktywacja endogennego układu opioidowego, które w sposób bezpośredni lub pośredni mogą prowadzić do subiektywnego i obiektywnego efektu oddziaływania tego zabiegu. Przeprowadzone pomiary wykluczają przy tym zmiany mikrokrażenia jako obiektywną przyczynę modulującą ewentualnie ból lub stan zapalny po zastosowania plastrowania.

Jest to pierwsza tego typu praca, opisująca w tak szerokim aspekcie wpływ plastrowania dynamicznego na wskaźniki biochemiczne i biofizyczne. Otrzymane wyniki mogą zachęcać do dalszych badań, celem weryfikacji otrzymanych wyników. Autorka zdaje sobie sprawę, iż przeprowadzone przez nią badania posiadają szereg ograniczeń, tym bardziej zatem zwraca ona uwagę na potrzebę prowadzenia badań na większej grupie osób, włączenie do badań pacjentów z dolegliwościami bólowymi lub obrzękami. W aspekcie przyszłych badań weryfikujących wpływ Kinesio Tapingu® na układ krążenia i jego wskaźniki biochemiczne, warto byłoby również kontrolować dietę oraz profil codziennej aktywności fizycznej.

1. Plastrowanie dynamiczne nie wywołuje zmiany mikrokrazenia w obszarze jego odziaływania zarówno natychmiast po naklejeniu plastra jak i po 24 godzinach jego stosowania.
2. Kinesio Taping® nie wpływa na zmianę siły ścisku mierzoną za pomocą dynamometru ręcznego, natychmiast po aplikacji oraz po 24 godzinach stosowania plastra.
3. Zastosowanie plastrowania dynamicznego może zmieniać temperaturę ciała w obszarze jego odziaływania 10 minut po aplikacji plastra, w stosunku do grupy kontrolnej i grupy placebo.
4. Kinesio Taping® może wpływać na aktywację endogennego układu opioidowego, o czym świadczą zmiany poziomu β -endorfiny w grupie placebo.
5. Kinesio Taping® nie wpływa w sposób istotny na poziom cytokin: interleukuny 6 oraz interleukuny 10.
6. Plastrowanie dynamiczne nie wywołuje zmian w poziomie aktywności aminotransferazy alaninowej i asparaginowej oraz dehydrogenazy mleczanowej i kinazy kreatynowej.
7. Kinesio Taping® nie prowadzi do zmian stężenia mleczanu i pirogronianu w poszczególnych pomiarach oraz grupach.

1. Aguiar RSNA, Boschi SRMDS, Lazzareschi L, Silva APD, Scardovelli TA, Filoni E, Manrique AL, Frère AF. The late effect of Kinesio Taping on handgrip strength. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 2018 Jul;22(3): 598-604.
2. Alt W, Lohrer H, Gollhofer A. Functional properties of adhesive ankle taping: neuromuscular and mechanical effects before and after exercise. *Foot & Ankle International*, 1999, 20(4): 238-45.
3. Anandkumar S, Sudarshan S, Nagpal P. Efficacy of kinesio taping on isokinetic quadriceps torque in knee osteoarthritis: a double blinded randomized controlled study. *Physiotherapy: Theory and Practice*, 2014, 30: 375–383.
4. Armstrong, RB. (1990). Initial events in exercise-induced muscular injury. *Medicine and science in sports and exercise*, 22(4), 429-435.
5. Armstrong DG, Meyr A. Compression therapy for the treatment of chronic venous insufficiency. U: UpToDate, Mills JL, Eidt JF. ur. UpToDate [Internet]; 2017.
6. Atlas EU, Uçurum SG, Kaya DO. Acute effect of kinesiology taping on muscle strength, tissue temperature, balance, and mobility in female patients with osteoarthritis of the knee. *Somatosensory & Motor Research*, 2021 Mar;38(1): 48-53.
7. Bac A, Stagraczyński Ł, Ciszek E, Górkiewicz M, Szczygieł A. Efficacy of Kinesiology Taping in the rehabilitation of children with low – angle scoliosis, *Fizjoterapia Polska* 2009, 9(3): 202-210.
8. Banerjee G, Briggs M, Johnson MI. The immediate effects of kinesiology taping on cutaneous blood flow in healthy humans under resting conditions: A randomised controlled repeated-measures laboratory study. 2020. *PLoS ONE* 15 (2): e0229386.
9. Banfi G, Colombini A, Lombardi G, Lubkowska A. Metabolic markers in sports medicine. *Advances in Clinical Chemistry*, 2012; 56:1-54.
10. Basset K, Lingman S, Ellis R, Lecturer S. The use and treatment efficacy of kinaesthetic taping for musculoskeletal conditions: a systematic review. *Journal of Physiotherapy*, 2010; 38(2): 56-62.
11. Bender T, Nagy G, Barna I, Tefner I, Kádas E, Géher P. The effect of physical therapy on beta-endorphin levels. *European Journal of Applied Physiology*, 2007;100(4): 371-82.
12. Benedetti F, Amanzio M, Maggi G. Potentiation of placebo analgesia by proglumide. *Lancet* 1995; 346: 1231.

13. Benedetti F. Cholecystokinin type-A and type-B receptors and their modulation of opioid analgesia. *News in Physiological Sciences*. 1997; 12: 263–26.
14. Berg DJ, Zhang J, Lauricella DM, Moore SA. Il-10 is a central regulator of cyclooxygenase-2 expression and prostaglandin production. *Journal of immunology*, 2001, Feb 15;166(4):2674-80.
15. Białoszewski D, Woźniak W, Żarek S. Przydatność kliniczna metody Kinesiology Taping w redukcji obrzęków kończyn dolnych u pacjentów leczonych metodą Ilizarowa. *Doniesienia wstępne. Ortopedia Traumatologia Rehabilitacja*, 2009; 1(6): 50-59.
16. Biegański P, Polewska E, *Rehabilitacja - od starożytności do współczesności*. *Journal of Education, Health and Sport*. 2015;5(9):363-374.
17. Brychcy A, Pawlak M. Pół wieku badań na temat kinesio tapingu- czym i jak mierzymy skuteczność terapii? *Medycyna Sportowa*, 2018; 34 (3): 135–153.
18. Cai C, Au IP, An W, Cheung RTH.: Facilitatory and inhibitory effects of Kinesio tape: fact or fad? *Journal of Science and Medicine in Sport*, 2016, 19: 109–112.
19. Castro-Sánchez Am, Lara-Palomo IC, Mataran-Penarrocha GA, FernandezSanchez M, Sanchez-Labraca N, Arroyo-Morales M. Kinesio Taping reduces disability and pain slightly in chronic non-specific low back pain: a randomised trial. *Journal of Physiotherapy*, 2012; 58(2): 89–95.
20. Chang HY, Cheng SC, Lin CC, Chou KY, Gan SM, Wang CH. The effectiveness of kinesio taping for athletes with medial elbow epicondylar tendinopathy. *International Journal of Sports Medicine*, 2013, 34: 1003–1006.
21. Chang HY, Chou KY, Lin JJ, Lin CF, Wang CH. Immediate effect of forearm Kinesio taping on maximal grip strength and force sense in healthy collegiate athletes. *Physical Therapy in Sport*, 2010, 11: 122–127.
22. Charkoudian N. Skin blood flow in adult human thermoregulation: how it works, when it does not, and why. *Mayo Clinic Proceedings*, 2003; 78(5):603–612.
23. Christen S, Delachaux A, Dischl B, Golay S, Liaudet L, Feihl F, Waeber B. Dose-dependent vasodilatory effects of acetylcholine and local warming on skin microcirculation. *Journal of Cardiovascular Pharmacology*, 2004;44(6):659–664.
24. Choi CM, Bennett RG. Laser Dopplers to determine cutaneous blood flow. *Dermatologic surgery*. 2003; 29:272–280.
25. Choi S.C., Lee SH, Kim JS. Change reaction of fatigue recovery material before and after taping during isokinetic exercise. *Korean Journal of Food & Health Convergence*. 2021; 7(3), pp.25-32.

26. Cipryan L. IL-6, antioxidant capacity and muscle damage markers following high-intensity interval training protocols. *Journal of Human Kinetics*, 2017, 56: 139-148
27. Clausen MJ, Kezic S, Olesen CM, Agner T. Cytokine concentration across the stratum corneum in atopic, dermatitis and healthy controls. *Scientific Reports*, 2020; 10.
28. Costill DL, Barnett A, Sharp R, Fink WJ, Katz A. Leg muscle pH following sprint running. *Medicine and science in sports and exercise*, 1983, 15(4), 325-329.
29. Craighead DH, Shank SW, Volz KM, Alexander LM. Kinesiology tape modestly increases skin blood flow regardless of tape application technique. *Journal of Performance Health Research*, 2017 ; 1.
30. Czyżewski P, Hałas I, Kopytiuk R, Domaniecki J, Szczepkowski M. Zastosowanie metody Kinesiology Taping w zmniejszeniu bólu po złamaniach żeber – doniesienia wstępne. *Postępy Rehabilitacji*, 2012, 4, 29-35.
31. de Ru E, Brychcy M. Elastic Therapeutic Taping in Pediatrics. *Skrypt. GoPhysio*, Polska 2016; 4–19.
32. de Ru E, Mikołajewska E. Skin irritation incidence following kinesiology tape use in patients with neurological disorders: multicenter observation. *Annales Academiae Medicae Silesienis (online)*, 2017; 71: 7–13.
33. Dembińska-Kieć A, Naskalski JW. Diagnostyka laboratoryjna z elementami biochemii klinicznej. Wydanie III, Elsevier Urban&Partner, Wrocław 2010.
34. Divangahi M, Demoule A, Danialou G, Yahiaoui L, Bao W, Xing Z, Petrof JB. Impact of IL-10 on diaphragmatic cytokine expression and contractility during *Pseudomonas* infection. *American Journal of Respiratory Cell and Molecular Biology* 2007; 36, 504-512.
35. Donec V, Varzaityte L, Krisciunas A. The effect of Kinesio Taping on maximal grip force and key pinch force. *Polish Annals of Medicine*, 2012, 19: 98–105.
36. Dymkowska-Malesa M, Walczak Z. Supplementation in sport. *Nowiny Lekarskie* 2011, 80, 3, 199–204.
37. Ebbeling, CB, Clarkson PM. Exercise-induced muscle damage and adaptation. *Sports medicine*, 1989, 7(4), 207-234.
38. Edwards, RH. Human muscle function and fatigue. In *Ciba Foundation symposium*. 1981, 82, 1-18.
39. Ekiz T, Aslan MD, Özgirgin N. Effects of Kinesio Tape application to quadriceps muscles on isokinetic muscle strength, gait, and functional parameters in patients with stroke. *Journal of Rehabilitation Research and Development*, 2015, 52: 323–331.

40. Eraslan L, Yuce D, Erbilici A, Baltaci G. Does Kinesiotaping improve pain and functionality in patients with newly diagnosed lateral epicondylitis? *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 2018 Mar;26(3):938-945.
41. Fridén J, Seger J, Ekblom B. Sublethal muscle fibre injuries after high-tension anaerobic exercise. *European Journal of Applied Physiology and occupational physiology*, 1988, 57(3), 360-368.
42. Fukui T, Otake Y, Kondo T. In which direction does skin move during joint movement? *Skin Research and Technology*, 2016, 22: 181–188.
43. Fukui T, Yuko O, Takashi K. The effects of new taping methods designed to increase muscle strength. *Journal of Physical Therapy Science*, 2017; 29(1): 70–74.
44. Fu TC, Wong AM, Pei YC, Wu KP, Chou SW, Lin YC. Effect of Kinesio taping on muscle strength in athletes - a pilot study. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 2008, 11: 198–201.
45. Gałczyk M, Van Damme Ostapowicz K, Kimszal E. Zarys powstania rehabilitacji na świecie oraz jej twórcy w Polsce. 2016, 345_3_48_2016.pdf (amp.edu.pl)
46. Ganong W F. *Fizjologia*. Warszawa: PZWL, 1994.
47. Garbers C, Aparicio-Siegmund S, Rose-John S. The IL-6/gp130/STAT3 signaling axis: recent advances towards specific inhibition. *Current Opinion in Immunology*, 2015, 34:75-82.
48. Garczyński W, Lubkowska A, Dobek A. The use of Kinesiology Taping in sport. *Journal of Health Sciences*. 2013; 3 (9): 233-246.
49. Giray E, Karali- Bingul D, Akyuz G. The Effectiveness of Kinesiotaping, Sham Taping or Exercises Only in Lateral Epicondylitis Treatment: A Randomized Controlled Study. *Physical Medicine and Rehabilitation*, 2019 Jul;11(7):681-693.
50. Gokhale R, Chandrashekara S, Vasanthakumar KC. Cytokine response to strenuous exercise in athletes and non-athletes-an adaptive response. *Cytokine* 40 (2007) 123-127.
51. Goldfarb AH, Jamurtas AZ. β -Endorphin Response to Exercise. *Sports Medicine*, 1997 Jul; 24 (1): 8-16.
52. Gołąb J, Jakóbisiak M, Lasek W. *Cytokiny [w:] Immunologia*. Warszawa 2005. Wyd. Naukowe PWN.
53. Grabowski J, Bidzan L. Neurobiological expression of the placebo effect. *Psychiatria Polska*, 2010, tom XLIV, numer 2, 221-234.
54. Grądalski T. Obrzęk związany z zaawansowanymi schorzeniami – przyczyny, rozpo-

- znanie i postępowanie lecznicze w opiece paliatywnej i hospicyjnej. *Medycyna Paliatywna* 2019; 11(1): 1–8.
55. Grütz G. New insights into the molecular mechanism of interleukin-10-mediated immunosuppression. *Journal of Leukocyte Biology*, 2005; Volume 77, Issue 1 p. 3-15.
 56. Grześkowiak M, Szulc P, Szwedziak M, Lewandowski J. Wpływ metody Kinesio Tapingu na ruchomość odcinkową i fizjologiczne krzywizny kręgosłupa. *Przegląd literatury. Ortopedia Traumatologia Rehabilitacja*, 2014; 2(6): 221–226.
 57. Hagen L, Hebert JJ, Dekanich J, Koppenhaver S. The effect of elastic therapeutic taping on back extensors muscle endurance in patients with low back pain: a randomized controlled crossover trial. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 2015; 45(3): 251–9.
 58. Heinrich PC, Behrmann I, Müller-Newen G, Schaper F, Graeve L. Interleukin-6- type cytokine signalling through the gp130/Jak/STAT pathway. *Biochemical Journal*, 1998; 334: 297-314.
 59. Hirose L., Nosaka K., Newton M. Changes in inflammatory mediators following eccentric exercise of the elbow flexors. *Exercise Immunology Review* 2004; 10, s. 75-90.
 60. Hyla-Klekot L, Kokot F, Kokot S. *Badania laboratoryjne– zakres norm i interpretacja*. Wydawnictwo PZWL, Warszawa 2011.
 61. Ishihara K, Hirano T. IL-6 in autoimmune disease and chronic inflammatory proliferative disease. *Cytokine Growth Factor Rev* 2002; 13: 357-368.
 62. Janowski K. Stres a patofizjologia procesów łuszczykowych. *Przegląd Dermatologiczny*, 2005, 93, 84-92.
 63. Jae-Man Y, Jung-Hoon L. Is Kinesio Taping to Generate Skin Convulsions Effective for Increasing Local Blood Circulation? *Medical Science Monitor*, 2018; 24 288-293.
 64. Kasawara KT, Rosetti Mapa JM, Ferreira V, Nemitalla Added MA, Shiwa RS, Carwas Jr N, Batista PA. Effects of Kinesio Taping on breast cancer-related lymphedema: A meta-analysis in clinical trials. *Physiotherapy: Theory and Practice*, 2018 May;34(5):337-345.
 65. Kase K, Hashimoto T, Okane T. *Kinesio Taping Perfect Manual*. Japan: Kinesio Taping Association; 1996:6–10, 117–118.
 66. Kase K, *Illustrated Kinesio Taping*, Tokio, Ken'i Kai Informationn, 2003.
 67. Kase K, Wallis J, Kase T. *Clinical therapeutic applications of the kinesio taping methods*. Tokyo: Kinesio Taping Association, 2003.

68. Kanik ZH, Citaker S, Demirtas CY, Bukan NC, Celik B, Gunaydin G. Effects of Kinesio Taping on the Relief of Delayed Onset Muscle Soreness: A Randomized, Placebo-Controlled Trial. *Journal of Sport Rehabilitation*, 2019 Nov 1;28(8):781-786.
69. Kawasaki Y, Zhang L, Cheng J-K, Ji R-R. Cytokine mechanisms of central sensitization: distinct and overlapping role of interleukin-1beta, interleukin-6, and tumor necrosis factor-alpha in regulating synaptic and neuronal activity in the superficial spinal cord. *The Journal of Neuroscience*, 2008; 28 (20):5189-5194
70. Kaya E, Zinnuroglu, M, Tugcu I. Kinesio taping compared to physical therapy modalities for the treatment of shoulder impingement syndrome. *Clinical rheumatology*, 2011, 30(2), 201-207.
71. Kellogg DL Jr, Liu Y, Kosiba IF, O'Donnell D. Role of nitric oxide in the vascular effects of local warming of the skin in humans. *Journal of Applied Physiology*, 1999; 86:1185-1190.
72. Kerchner K, Fleischer A, Yosipovitch G. Lower extremity lymphedema: Update: Pathophysiology, diagnosis, and treatment guidelines. *Journal of the American Academy of Dermatology*. 2008; 59:324–331.
73. Kiebzak W, Kowalki IM, Pawłowski M, Gąsior J, Zaborowska-Sapeta K, Wolska O, Śliwiński Z. Wykorzystanie metody Kinesiology Taping w praktyce fizjoterapeutycznej: przegląd literatury. *Fizjoterapia Polska*, 2012; 1: 1–11.
74. Kierdaszuk B, Kamińska A. Czy zwiększona aktywność kinazy kreatynowej w surowicy zawsze świadczy o chorobie mięśni?. *Neurologia i Neurochirurgia Polska*, 2012; 46, 3: 257-262.
75. Kim SY, Kang MH, Kim ER, Kim GM, Oh JS. Effects of Kinesio Taping on lumbopelvic-hip complex kinematics during forward bending. *Journal of Physical Therapy Science*, 2015; 27(3): 925–7
76. Kim BJ, Lee JH, Kim CT, Lee SM. Effects of ankle balance taping with kinesiology tape for a patient with chronic ankle instability. *Journal of Physical Therapy Science*, 2015 Jul; 27(7):2405-6.
77. Kishimoto T, Tanaka T. 2014. Interleukin 6. *Encyclopedia of Inflammatory Diseases*.
78. Külçü DG, Bursali C, Aktaş I, Alp SB, Özkan FÜ, Akpınar P. Kinesiotaping as an alternative treatment method for carpal tunnel syndrome. *Turkish Journal of Medical Sciences*, 2016 Jun 23;46(4):1042-9.
79. Ko YJ and Kim JS. Effects of Kinesio taping on blood fatigue factors after isokinetic exercise. *Journal of Exercise Rehabilitation*, 2021; 17(2):145-149.

80. Kołodziej E, Kołodziej D, Kotuła L, Kielbasa S, Karwat J, Gil- Kulik P. Kinesiotaping w kompleksowej fizjoterapii. *Postępy Nauk Medycznych Politechnika Lubelska, Lublin* 2013.
81. Kong J, Kaptchuk TJ, Polich G, Kirsch I, Gollub RL. Placebo analgesia: findings from brain imaging studies and emerging hypotheses. *Nature Reviews Neuroscience*, 2007; 18: 173–190.
82. Kurosawa M, Messlinger K, Pawlak M, Schmidt RF. Increase of meningeal blood flow after electrical stimulation of rat dura mater encephali: mediation by calcitonin gene-related peptide. *Br J Pharmacol*. 1995 Apr;114(7):1397-402.
83. Legat F.J., Armstrong C.A., Ansel J.C. The cutaneous neurosensory system in skin disease. *Advances in Dermatology and Allergology*, 2002, 18, 91-109.
84. Lemos TV, Pereira KC, Protássio CC, Lucas LB, Matheus JPC. The effect of Kinesio Taping on handgrip strength. *Journal of Physical Therapy Science*, 2015, 27: 567–570.
85. Levine JD, Gordon NC, Smith R, Fields HL. Analgesic responses to morphine and placebo in individuals with postoperative pain. *Pain* 1981; 10: 379–389.
86. Lins CA, Neto FL, Amorim AB, Macedo LB, Brasileiro JS. Kinesio Taping[®] does not alter neuromuscular performance of femoral quadriceps or lower limb function in healthy subjects: randomized, blind, controlled, clinical trial. *Manual Therapy*, 2013, 18: 41–45.
87. Lipińska A, Śliwiński Z, Kiebzak W, Senderek T, Kirenko T. Wpływ aplikacji kinesiotalingu na obrzęk limfatyczny kończyny górnej u kobiet po mastektomii. *Fizjoterapia Polska*, 2007;7(3):258-69.
88. Lipman JJ, Miller BE, Mays KS, Miller MN North WC, Byrne WL. Peak B endorphin concentration in cerebrospinal fluid: reduced in chronic pain patients and increased during the placebo response. *Psychopharmacology*, 1990; 102: 112–116.
89. Liu K, Duan Z, Chen L, Wen Z, Zhu S, Qu Q, Chen W, Zhang S, Yu B. Short- Term Effect of Diffrent Taping Methods on Local Skin Temperatur in Healthy Adults. *Frontiers in Physiology*, 2020 May 20;11:488.
90. Markiewicz K, Kubasiewicz U B. Zmiany aktywności dehydrogenazy mleczanowej w surowicy krwi osób zdrowych po wysiłku fizycznym. *Diagnostyka laboratoryjna*, 1977, XIII, 6, 355-358.
91. Markowska M, Markowski A. Leczenie bólu mięśniowo- powięziowego u pacjentów objętych opieką paliatywną. 2018, <http://hdl.handle.net/20.500.12053/169>.
92. Marszałek A, Kasprzyk T, Walaszek R, Burdacka K, Burdacki M. Use of Kinesio

- taping in the treatment of lower back pain syndromes. *Medycyna Ogólna i Nauki o Zdrowiu*, 2019, Tom 25, Nr 4, 213–21.
93. Maughan RJ. A simple, rapid method for the determination of glucose, lactate, pyruvate, alanine, 3-hydroxybutyrate and acetoacetate on a single 20- μ l blood sample. *Clinica Chimica Acta*, 1982; 122(2): 231-240.
 94. Merino-Marban R, Mayorga-Vega D, Fernandez-Rodriguez E. Effect of kinesio tape application on calf pain and ankle range of motion in duathletes. *Journal of Human Kinetics*, 2013 ;37:129-35.
 95. Messlinger K, Suzuki A, Pawlak M, Zehnter A, Schmidt RF. Involvement of nitric oxide in the modulation of dural arterial blood flow in the rat. *British Journal of Pharmacology*, 2000 Apr; 129(7):1397-404.
 96. Mędrak A, Król T, Michałek- Król K, Dąbrowska- Galas M. Kinesio Taping and the effect placebo. *Medycyna Rodzinna*, 2017; 20(4): 304–309.
 97. Miao P, Sheng S, Sun X, Liu J, Huang G. Lactate dehydrogenase A in cancer: a promising target for diagnosis and therapy. *IUBMB Life*. 2013; 65(11):904-910.
 98. Michalak B, Halat B, Kufel W, Kopa M, Łuniewski J, Bogacz K, Wilk M, Krajczyk M, Lipińska A, Szczegielniak J, Śliwiński Z. Assessment of gait patient following Kinesiology Taping application in patients after cerebral stroke. *Fizjo Pol*, 2009; 2(4): 133-142.
 99. Mikołajewska E, Kinesiotaping. Rozwiązanie wybranych problemów funkcjonalnych. Wyd. I. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2011.
 100. Mikołajewska E. Side effects of kinesiotaping- own observations. *Journal Health Science*, 2011; 1(4): 93-99.
 101. Milanowska K. Rehabilitacja medyczna, Warszawa, 2001, s. 9-14.
 102. Miller MG, Klawon R, Lininger M, Cheatham C, Michael T. A preliminary investigation into the effect of kinesio and athletic tape on skin blood flow changes. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 2011;25:S57–S58.
 103. Mohammadi KH, Kalantari KK, Naeimi SS, Pouretezad M, Shokri E, Tafazoli M; Dastjerdi M, Kardooni L. Immediate and Delayed Effects of Forearm Kinesio Taping on Grip Strength. *Iranian Red Crescent Medical Journal*, 2014 August; 16(8): e19797.
 104. Minson CT, Berry LT, Joyner MJ. Nitric oxide and neurally mediated regulation of skin blood flow during local heating. *Journal of Applied Physiology*, 1985, 2001;91(4):1619–1626.
 105. Morris D, Jones D, Ryan, H, Ryan CG. The clinical effects of Kinesio Tex taping: A

- systematic review. *Physiotherapy Theory and Practice*, Early Online:1–12, 2012.
106. Mucha D, Kasperczyk T. Algorytm postępowania fizjoterapeutycznego w zablokowaniu stawu barkowego. *Refleksoterapia*, 2009; 4: 34–42.
 107. Nowotny J. *Podstawy fizjoterapii. Cz. I, II, III*. Kraków: Wydawnictwo Kasper; 2004.
 108. Ostrowski K, Rohde T, Asp S, Schjerling P, Pedersen BK. Pro- and antiinflammatory cytokine balance in strenuous exercise in humans. *Journal of Physiology*, 1999; 515, s. 287-291.
 109. Pamuk, U, and Yucesoy, C. A. MRI analyses show that kinesio taping affects much more than just the targeted superficial tissues and causes heterogeneous deformations within the whole limb. *Journal of Biomechanics*, 20015; 48, 4262–4270.
 110. Panconesi E., Hautmann G.: Psychophysiology of stress in dermatology. The psychobiologic pattern of psychosomatics. *Dermatologic Clinics*, 1996; 14, 399-421.
 111. Paoloni M, Bernetti A, Fratocchi G, Mangone M, Parrinello L, Del Pilar Cooper M, Sesto L, Di Sante L, Santilli V. Kinesio Taping applied to lumbar muscles influences clinical and electromyographic characteristics in chronic low back pain patients. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, 2011; 47(2): 237–44.
 112. Parreira Pdo C, Costa Lda C, Takahashi R, Hespanhol Junior LC, Luz Junior MA, Silva TM, Costa LO. Kinesio Taping to generate skin convolutions is not better than sham taping for people with chronic non-specific low back pain: a randomised trial. *Journal of Physiotherapy*, 2014; 60(2): 90–6.
 113. Paungmali A, Joseph LH, Punturee K, Silitertpisan P, Pirunsan U, Uthaikhup S. Immediate Effects of Core Stabilization Exercise on β -Endorphin and Cortisol Levels Among Patients with Chronic Nonspecific Low Back Pain: A Randomized Crossover Design. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 2018; 41, 181–188.
 114. Pawlak M. *Biologiczne uwarunkowania bólu.*, Wydawnictwo AWF. Poznań 2019.
 115. Pawlak M, Podgórski T. *Biochemia...czytasz i rozumiesz.* Wydawnictwo AWF Poznań, 2016.
 116. Pawlak M, Messlinger K, Zehnter A, Schmidt RF. Somatostatin reduces the meningeal arterial blood flow in the rat. *Neurosci Lett*. 1999 Nov 26;276(1):33-36.
 117. Peake J, Nosaka K, Suzuki K. Characterization of inflammatory responses to eccentric exercise in humans. *Exercise Immunology Review*, 2005; 11, s. 64-85.
 118. Pergola PE, Kellogg DL Jr, Johnson JM, Kosiba WA, Solomon DE. Role of sympathetic nerves in the vascular effects of local temperature in human forearm skin. *American Journal of Physiology*, 1993; 265(3 Pt 2), H785–H792.

119. Petrovic P, Kalso E, Petersson KM, Ingvar M. Placebo and opioid analgesia-- imaging a shared neuronal network. *Science*, 2002; 1;295(5560):1737-40.
120. Pillozzi A, Carro C, Huand X. Roles of β -Endorphin in Stress, Behavior, Neuroinflammation, and Brain Energy Metabolism. *International Journal of Molecular Sciences*, 2020; Dec 30;22(1):338.
121. Primed, PeriFlux 5000, Instrukcja Obsługi, Järfälla, Szwecja, 27s.
122. Pincelli C, Fantini F, Giannetti A. Neuropeptides and skin inflammation. *Dermatology*, 1993, 187, 153-158.
123. Podgórski T, Janowski J, Kryściak J. Biochemiczne aspekty treningu kajakarzy. W: Wybrane efekty treningu kanadyjkarzy w cyklu przygotowań do zawodów, Redakcja: Janowski J. i Strzelczyk R., Wydawnictwo AWF w Poznaniu, 2020. Seria monografie nr 452,; 31-58.
124. Pogorzelska J, Kiebzak W. Starczyńska M, Zięba M. Obserwacja skuteczności stosowania Kinesiology Taping na blizny z tendencją do przerastania. *Studia Medyczne*, 2012; 26, 73-77.
125. Polaski AM, Phelps AL, Kostek MC, Szucs KA, Kolber BJ. Exercise-induced hypoalgesia: A meta-analysis of exercise dosing for the treatment of chronic pain. *PLoS ONE*, 2019; 14, e0210418.
126. Pyszora A, Krajnik M. Is Kinesio Taping useful for advanced cancer lymphoedema treatment? A case repor. *Advances in Palliative Medicine*, 2010; (9)4:141-4.
127. Rajan V, Varghese B, Van Leeuwen TG. Steenbergen W. Review of methodological developments in laser Doppler flowmetry. *Lasers in medical science*, 2009; 24:269–283.
128. Racheniuk H, Szczgielniak J, Bogacz K, Zator S, Łuniewski J, Skiba G, Śliwiński G. Ocena efektu cieplnego aplikacji metod Kinesiology Taping. *Fizjoteapia Polska*, 2008; 3(4); Vol. 8, 310-316.
129. Richardson RS. Oxygen transport: air to muscle cell. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 1998; 30(1): 53–59.
130. Rittner H, Brack A, Stein C. Pain and the immune system: friend or foe? *Anaesthetist*, 2002; 51 (5):351-358.
131. Romano M, Sironi M, Toniatti C, Polentarutti N, Fruscella P, Ghezzi P, Faggioni R, Luini W, Hinsbergh V, Sozzani S, Bussolino F, Poli V, Ciliberto G, Mantovani A. Role of IL-6 and its soluble receptor in induction of chemokines and leukocyte recruitment. *Immunity*, 1997; 6: 315-325.

132. Rose-John S. IL-6 trans-signaling via the soluble IL-6 receptor: importance for the pro-inflammatory activities of IL-6. *International Journal of Biological Sciences*, 2012; 8 (9):1237-1247.
133. Rowley N.J, Dawson E.A, Birk GK, Cable NT, George K, Whyte G, Thijssen DHJ, Green DJ. Exercise and arterial adaptation in humans: uncoupling localized and systemic effects. *Journal of Applied Physiology*, 2011; 110: 1190–1195.
134. Sadowska- Krępa E, Pokora I, Domaszewski P, Borowiec K, Kłapcińska B. Effects of six week of supplementation with Ginkgo biloba extract on blood selected biochemical markers in CrossFit trained men. *Hygeia Public Health*, 2017; 52(4): 408-413.
135. Sarnowska E, Leszczyński M, Macech- Klicka E, Stachowiak M, Siedlecki J. Zaburzenia metabolizmu i funkcji enzymów metabolicznych a proces nowotworzenia. *NOWOTWORY Journal of Oncology*, 2016; volume 66, number 2, 151–159.
136. Scheef L, Jankowski J, Daamen M, Weyer G, Klingenberg M, Renner J, Mueckter S, Schürmann B, Musshoff F, Wagner M, Schild HH, Zimmer A, Boecker H. An fMRI study on the acute effects of exercise on pain processing in trained athletes. *Pain*, 2012; 153(8):1702-14.
137. Schlattner U, Tokarska – Schlattner M, Walliman T. Mitochondrial creatine kinase in human health and disease. *Biochimica et Biophysica Acta* 1762, 2006; 164 – 180.
138. Schleip R, Findley TW, Chaitow L, Huijing PA. *Fascia: The Tensional Network of the Human Body. The science and clinical applications in manual and movement therapy*, Edra Urban & Partner, Wrocław, 2019.
139. Sforzo GA. Opioids and exercise. An update. *Sports Medicine*, 1989;7(2):109-124.
140. Shaha M, Julua P, Monroa J, Coutinho J, Ijeh C, Puri BK.: Neuromuscular taping reduces blood pressure in systemic arterial hypertension. *Medical Hypotheses*, 2018; 30-32.
141. Shapiro M, Kabo J, Mitchell P, Loren G, Tsenter M. Ankle sprain prophylaxis: an analysis of the stabilizing effects of braces and tape. *American Journal of Sports Medicine*, 1994; 22:78-82.
142. Simoneau G, Degner R, Kramper C, Kittleson KH. Changes in ankle joint proprioception resulting from strips of athletic tape applied over the skin. *Journal of Athletic Training*, 2007; 32(2): 141-147.
143. Słomka B, Rongies W, Ruszczuk P, Sierdzinski J, Saganowska D, Zdunski S, Worwag ME. Short-term effect of kinesiology taping on temperature distribution at the site of application. *Sports Medicine*, 2018; 26 365–380.

144. Słupik A, Dwornik M, Białoszewski D, Zych E. Effect of Kinesio Taping on bioelectrical activity of vastus medialis muscle. Preliminary report. *Ortopedia Traumatologia Rehabilitacja*, 2007; 9: 644–651.
145. Smykla A, Walewicz K, Trybulski R, Halski T, Kucharzewski M, Kucio C, Mikusek W, Klakla K, Taradaj J. Effect of Kinesiology Taping on breast cancer-related lymphedema: a randomized single-blind controlled pilot study. *Biomed Res Int*, 2013; 2013: 767106.
146. Stecco L, Stecco A. *Manipulacja powięzi w leczeniu dolegliwości bólowych układu ruchu*, Wrocław, Odnova-Med, 2019.
147. Stedje HL, Kroskie RM, Docherty CL. Kinesio taping and the circulation and endurance ratio of the gastrocnemius muscle. *Journal of athletic training*, 2012; 47:635–642.
148. Stern MD. In vivo evaluation of microcirculation by coherent light scattering. *Nature*, 1975; 254 : 56-58.
149. Szczegielniak J, Krajczyk M, Bogacz K, Łuniewski J, Śliwiński Z. Kinesiotaping po zabiegach torakochirurgicznych. *Fizjoterapia Polska*, 2007; 3, 4, 7, 344-350.
150. Senderek T, Breitenbach S, Hałas I: Kinesiotaping – nowe możliwości fizjoterapii kobiet w czasie ciąży”. *Fizjoterapia Polska*, 2005; 5, 266-271.
151. Suzuki K, Nakaji S, Yamada M, Totsuka M, Sato K, Sugawara K. Systemic inflammatory response to exhaustive exercise. *Cytokine kinetics. Exercise Immunology Review*, 2002; 8, 46-48.
152. Śliwiński Z, Kopa M, Halat B, Michalak B, Kufel W, Racheński H, Wilk M, Krajczyk M, Szczegielniak J. Usefulness of Kinesiology Taping in post- stroke patients rehabilitated with the PNF method. Preliminary report. *Fizjoterapia Polska*, 2008; 8(3-4): 325-334.
153. Śliwiński Z, Krajczyk M, *Dynamiczne plastrowanie*, Wrocław, Markmed Rehabilitacja, 2014.
154. Śliwiński Z, Sieroń A, *Wielka Fizjoterapia*, 1-11, 2014.
155. Taradaj J, Halski T, Rosinczuk J, Dymarek R, Laurowski A, Smykla A. The influence of Kinesiology Taping on the volume of lymphoedema and manual dexterity of the upper limb in women after breast cancer treatment. *European Journal of Cancer Care (Engl)*, 2016; 25 (4): 647-60.
156. Tomiya A, Aizawa T, Nagatomi R, Sensui H, Kokubun S. Myofibers express IL-6 after eccentric exercise. *American Journal of Sports Medicine*, 2004; 32(2): 503-508.

157. Trafalski A, Jaskólska Z, Róžański L. Jakość diagnozowania termograficznego w podczerwieni jako funkcja wymuszenia termicznego w wybranych zastosowaniach medycznych. PAK vol. 53, nr 9 bis/2007.
158. Tsai HJ, Hung HC, Yang JL, Huang CS, Tsao JY. Could Kinesio tape replace the bandage in decongestive lymphatic therapy for breast -cancer -related lymphedema? A pilot study. *Support Care Cancer*, 2009; 17(11):1353-60.
159. Vercelli S, Colombo C, Tolosa F, Moriondo A, Bravini E, Ferriero G, Francesco S. The effects of kinesio taping on the color intensity of superficial skin hematomas: a pilot study. *Physical Therapy in Sport*, 2017; 156–161.
160. Wąsowski M, Walicka M, Marcinowska- Suchowierska E. Obesity – definition, epidemiology, pathogenesis. *Postępy Nauk Medycznych*, t. XXVI, nr 4, 2013.
161. Wei-Ting Wu, Chang-Zern Hong, Li-Wei Chou. The Kinesio Taping Method for Myofascial Pain Control. *Evidence-based Complementary and Alternative Medicine*, 2015; 3-4, 1-9.
162. Williams S, Whatman C, Hume PA, Sheerin K. Kinesio Taping in treatment and prevention of sports injuries: a meta-analysis of the evidence for its effectiveness. *Sports Medicine*, 2012; 42(2): 153–64.
163. Windisch Ch, Brodt S, Röhner E, Matziolis G. Effects of Kinesio taping compared to arterio-venous Impulse System™ on limb swelling and skin temperature after total knee arthroplasty. *International Orthopedics*, 2017; 41(2):301-307.
164. Wolski T, Kędzia B. Pharmacotherapy of skin. Part 1. Constitution and physiology of skin. *Postępy Fitoterapii*, 2019; 61-67.
165. Woodward KA, Unnithan V, Hopkins ND. Forearm Skin Blood Flow After Kinesiology Taping in Healthy Soccer Players: An Exploratory Investigation. *Journal of Athletic Training*, 2015; 50(10): 1069–1075.
166. Yang JM, Lee JH. Is Kinesio Taping to Generate Skin Convolutions Effective for Increasing Local Blood Circulation? *Medical Science Monitor*, 2018; 24 288-293.
167. Zajt-Kwiatkowska J, Rajkowska-Labon E, Skrobot W, Bakula S. Kinesio Taping - metoda wspomagająca proces usprawniania fizjoterapeutycznego- wybrane aplikacje kliniczne. *Nowiny Lekarskie*, 2005; 74, 2: 190–194.
168. Zanca, GG, Mattiello, SM, Karduna AR. Kinesio taping of the deltoid does not reduce fatigue induced deficits in shoulder joint position sense. *Clinical Biomechanics*, 2015; 30(9), 903-907.

169. Zembroń-Łacny A, Ostapiuk-Karolczuk J. Udział cytokin w metabolizmie mięśni szkieletowych. Sport Wyczynowy, 2008, nr 10-12/526-528.

Rycina 1. Liczba prac naukowych dotycząca plastrowania dynamicznego (Kinesio Taping®), opublikowanych w okresie ostatnich 10 lat i dostępnych w bazie PubMed po wpisaniu słowa kluczowego „kinesiotaping”	7
Rycina 2. Możliwe mechanizmy oddziaływania plastrów Kinesio Tape® na ból mięśniowo-powięziowy [Wei-Ting i in., 2015]	11
Rycina 3. Schemat pobrania krwi do analiz biochemicznych dla grup: placebo, kontrolnej oraz z plastrem Kinesio Tape®	23
Rycina 4. A. Dwukanałowe urządzenie PeriFlux System 5000. B. Punkty pomiaru przepływu krwi za pomocą sond urządzenia PeriFlux System 5000 umieszczonych na skórze kończyny górnej osoby badanej. C. Sonda wraz z końcówkami, umożliwiającymi montowanie na skórze, zdjęcie producenta D. Unaczyniona skóra E. Zestaw sond urządzenia PeriFlux System 5000 przeznaczonych do kanałów rejestrujących	24
Rycina 5. Przykładowy zapis przepływu krwi w naczyniach za pomocą urządzenia PeriFlux System 5000 Perimed. Oś X- czas pomiaru [min], Y- badane wartości	25
Rycina 6. Sposób aplikacji plastrów K-Active Tape® zastosowany w grupie doświadczalnej (A) oraz plastrów Mefix w grupie placebo (B).....	27
Rycina 7. Zdjęcia wykonane podczas nakładania reagentów podczas oznaczeń poziomu β -endorfiny przy pomocy komercyjnych zestawów (SunRed Biotechnology Company, Chiny). Zdjęcia własne	28
Rycina 8. Średnie wartości wraz z odchyleniem standardowym, charakteryzujące lokalny przepływ krwi w obszarze pierwszej sondy (perfuzja, PU_1) w poszczególnych terminach pomiarów	34
Rycina 9. Średnie wartości wraz z odchyleniem standardowym, charakteryzujące lokalny	

przepływ krwi w obszarze drugiej sondy (perfuzja, PU_5) w poszczególnych terminach pomiarów.....	35
Rycina 10. Średnie wartości i zmienność w grupach (odchylenia standardowe) stężeń β -endorfiny we wszystkich terminach badań	38
Rycina 11. Średnie wartości i zmienność w grupach (odchylenia standardowe) stężeń interleukiny 6 we wszystkich terminach badań.....	40
Rycina 12. Średnie wartości i zmienność w grupach (odchylenia standardowe) stężeń interleukiny 10 we wszystkich terminach badań.....	42
Rycina 13. Średnie wartości stężenia kinazy kreatynowej wraz z odchyleniem standardowym we wszystkich terminach badań	45
Rycina 14. Średnie wartości mleczanu wraz z odchyleniem standardowym, określone we wszystkich terminach badań	47
Rycina 15. Średnie wartości dla stężenia pirogronianu wraz z odchyleniem standardowym we wszystkich terminach badań	48
Rycina 16. Średnie wartości dla dehydrogenazy mleczanowej wraz z odchyleniem standardowym we wszystkich terminach badań	50
Rycina 17. Średnie wartości dla aminotransferazy alaninowej oraz z odchyleniem standardowym we wszystkich terminach badań.....	51
Rycina 18. Średnie wartości dla aminotransferazy asparaginianowej wraz z odchyleniem standardowym we wszystkich terminach badań	52
Rycina 19. Wartości pomiarów średnich wartości temperatury wraz z odchyleniem standardowym, poza obszarem plastrowania (lateralnie) we wszystkich terminach badań.....	54
Rycina 20. Średnie wartości temperatury wraz z odchyleniem standardowym, mierzonej pomiędzy ogonami plastra we wszystkich terminach badań	55

Rycina 21. Średnie wartości siły mięśniowej wraz z odchyleniem standardowym we wszystkich terminach badań57

Tabela 1. Schemat procedury badawczej zastosowanej w badaniach własnych.....	21
Tabela 2. Wskaźniki biochemiczne, które zostały oznaczone podczas badań, w zależności do materiału biologicznego z którego zostały pozyskane. Podano również numery katalogowe oraz producenta odczynników wykorzystanych podczas oznaczeń w badaniach własnych	28
Tabela 3. Wartości referencyjne wskaźników biochemicznych wykorzystanych w badaniach własnych na podstawie Dembińska-Kieć i Naskalski [2010] oraz producentów zestawów komercyjnych.....	29
Tabela 4. Wyniki pomiarów antropometrycznych badanej grupy, przeprowadzone przy wykorzystaniu wagi medycznej WPT60/150 OW (Radwag [®] , Polska.....	32
Tabela 5. Statystyki opisowe (średnia i odchylenie standardowe) oraz wyniki testów dla przepływu krwi zarejestrowane przez pierwszą sondą (PU_1) umieszczoną w odległości 1/3 długości przedramienia, mierząc od stawu promieniowo nadgarstkowego.....	33
Tabela 6. Statystyki opisowe (średnia i odchylenie standardowe) oraz wyniki testów dla przepływu krwi zarejestrowane przez drugą sondę (PU_5) umieszczoną w odległości 2/3 długości przedramienia, mierząc od stawu promieniowo nadgarstkowego.....	35
Tabela 7. Statystyki opisowe (średnia i odchylenie standardowe) oraz wyniki testów dla β -endorfiny	37
Tabela 8. Statystyki opisowe (średnia i odchylenie standardowe) oraz wyniki testów dla interleukiny 6.....	39
Tabela 9. Statystyki opisowe (średnia i odchylenie standardowe) oraz wyniki testów dla stężenia interleukiny 10.....	41
Tabela 10. Statystyki opisowe (średnia i odchylenie standardowe) oraz wyniki testów dla	

białka całkowitego [g/dl]	43
Tabela 11. Statystyki opisowe (średnia i odchylenie standardowe) oraz wyniki testów dla albumin [g/dl].....	43
Tabela 12. Statystyki opisowe (średnia i odchylenie standardowe) oraz wyniki testów dla glukozy [mg/dl].....	44
Tabela 13 Statystyki opisowe (średnia i odchylenie standardowe) oraz wyniki testów dla kinazy kreatynowej [U/l]	45
Tabela 14. Statystyki opisowe (średnia i odchylenie standardowe) oraz wyniki testów dla mleczanu [mmol/l]	46
Tabela 15. Statystyki opisowe (średnia i odchylenie standardowe) oraz wyniki testów dla pirogronianu [mmol/l]	48
Tabela 16. Statystyki opisowe (średnia i odchylenie standardowe) oraz wyniki testów dla dehydrogenazy mleczanowej [U/l].....	49
Tabela 17. Statystyki opisowe (średnia i odchylenie standardowe) oraz wyniki testów dla aminotransferazy alaninowe [U/l].....	51
Tabela 18. Statystyki opisowe (średnia i odchylenie standardowe) oraz wyniki testów dla aminotransferazy asparaginianowej [U/l].....	52
Tabela 19. Statystyki opisowe (średnia i odchylenie standardowe) oraz wyniki testów dla zmiennej temperaturowej mierzonej poza obszarem plastrowania (lateralnie).....	53
Tabela 20. Statystyki opisowe (średnia i odchylenie standardowe) oraz wyniki testów dla temperatury mierzonej pomiędzy ogonami plastra	54
Tabela 21. Statystyki opisowe oraz wyniki testów dla zmienności siły mięśniowej	56

Metoda Kinesio Tapingu® (KT) zaproponowana przez Kenzo Kase zyskała na przestrzeni lat dużą popularność, co potwierdza zarówno liczba publikacji naukowych z tego zakresu jak też powszechne stosowanie tej terapii. Naukowcy i praktycy z obszaru fizjoterapii, poza doskonaleniem i poszukiwaniem kolejnych obszarów zastosowania KT, zmierzali przede wszystkim do poznania mechanizmów, które mogłyby tłumaczyć pozytywne, terapeutyczne działania plastra, o którym informowali pacjenci. W poszukiwaniu odpowiedzi nie pomagały jednak wykorzystywane najczęściej metody pomiarowe, ponieważ większość z nich weryfikowało efekt działania plastrów przy użyciu narzędzi subiektywnych, np. skali VAS [Giray i in., 2019].

Celem przeprowadzonych badań było obiektywne uchwycenie ilościowych oraz jakościowych zmian wskaźników biochemicznych i fizjologicznych, które mogą być rozpatrywane jako atrybuty efektywności metody Kinesio Tapingu®. W badaniach zastosowano obiektywne metody pomiarowe, analizując m. in. aspekt wpływu plastrowania dynamicznego na lokalny przepływ krwi (*blood flow*), wskaźniki biochemiczne, zwłaszcza w odniesieniu do profilu: aktywnych substancji endogennych (β -endorfina, interleukina 10 (IL-10) oraz interleukina 6 (IL-6)), odżywienia (białko całkowite, albuminy, glukoza) oraz wysiłkowego (pirogronian, mleczan, dehydrogenaza mleczanowa (LDH), kinaza kreatynowa (CK), aminotransferazy: alaninowa (ALT) i asparaginowa (AST)), a ponadto wskaźniki biofizyczne (siła ścisku dłoni oraz temperatura).

Do badań zakwalifikowano 20 osób w wieku $21,12 \pm 2,05$ lat, studentów kierunku Fizjoterapia, Turystyka i rekreacja oraz Sport, Akademii Wychowania Fizycznego w Poznaniu. Pomiary przeprowadzone w trzech terminach, w tygodniowych odstępach. Każda z osób była badana trzykrotnie, w ramach grupy kontrolnej, grupy placebo oraz grupy z plastrem Kinesio Tape®, który był zakładany na 24 godziny. Wszystkie pomiary przeprowadzano w pozycji leżącej, po aklimatyzacji w pomieszczeniu i odpoczynku.

Analiza statystyczna wykazała, iż Kinesio Taping® nie wpływał w badanych grupach w sposób istotny na mikrokążenie w obszarze poddanym aplikacji. Stwierdzono możliwość wpływu Kinesio Tapingu na aktywację endogennego układu opioidowego, co potwierdziły zmiany poziomu β -endorfin w grupie placebo. Kinesio Taping nie wpłynął również w statystycznie istotny sposób na poziom stężenia cytokin (IL-6, IL-10), mleczanu i pirogronianu oraz aktywności aminotransferaz ALT, AST oraz LDH i CK.

Pomiar temperatury przeprowadzony pomiędzy ogonami plastra oraz lateralnie od jego apli-

kacji wykazał, iż w obszarze między ogonami plastra wystąpiła istotnie statystyczna różnica pomiędzy pomiarem dokonany przed oraz natychmiast po aplikacji ($p < 0,001$). Nie zaobserwowano natomiast wpływu Kinesio Tapingu® na siłę ścisku.

Przeprowadzone badania nie dają jednoznacznej odpowiedzi na mechanizm działania plasterowania dynamicznego, a autorka zdaje sobie sprawę z ograniczeń płynących m.in. z ujednolicenia badanej grupy. Jest to jednak pierwsza tego typu praca obejmująca tak szerokie spektrum czynników ocenianych w aspekcie możliwego wpływu KT na organizm człowieka.

The method of Kinesio Taping[®] (KT), proposed by Kenzo Kase, has become very popular over the years, as evidenced both by the number of scientific publications in this field and the widespread use of this therapy. Researchers and practitioners in the field of physiotherapy, in addition to refining and searching for further areas of application for KT, aimed above all to find out the mechanisms that could explain the positive, therapeutic effects of the plasters reported by patients. However, the measurement methods used most often were not helpful in the search for answers, as most of them verified the effect of the patch using subjective tools, such as the VAS scale [Giray et al., 2019].

The aim of the study was to objectively capture of quantitative as well as qualitative changes in biochemical and physiological indicators that can be considered as attributes of the effectiveness of the Kinesio Taping[®] method. Objective measurement methods used in the study allowed to analyse among other things, the effect of dynamic taping on local blood flow, biochemical indices, especially in relation to the profile: endogenous active substances (β -endorphin, interleukin 10 (IL-10) and interleukin 6 (IL-6), nutrition (total protein, albumin, glucose) and exercise (pyruvate, lactate, lactate dehydrogenase (LDH), creatine kinase (CK), alanine (ALT) and aspartate (AST) aminotransferases), as well as biophysical indicators (hand compression force and temperature).

Twenty subjects aged 21.12 ± 2.05 years, students of Physiotherapy, Tourism and recreation and Sport at the University of Physical Education in Poznań, were recruited for the study. Measurements were taken on three dates, at weekly intervals. Each subject was tested three times, within the control group, the placebo group and the group with the Kinesio Tape patch[®], which was applied for 24 hours. All measurements were taken in the supine position, after room acclimatisation and rest.

Statistical analysis showed that Kinesio Taping[®] did not significantly affect microcirculation in the treated area in the study groups. The possibility of an effect of Kinesio Taping on the activation of the endogenous opioid system was found, as confirmed by changes in β -endorphin levels in the placebo group. Kinesio Taping[®] also had no statistically significant effect on levels of cytokines (IL- 6, IL-10), lactate, pyruvate and activities of ALT, AST, LDH and CK.

Temperature measurements taken between the tails of the patch and laterally from its application showed that there was a statistically significant difference in the area between the tails of

the patch between measurements taken before and immediately after application ($p < 0.001$). In contrast, there was no effect of Kinesio Taping[®] on compression strength.

The study does not provide a definitive answer to the mechanism of action of dynamic patching, and the author is aware of the limitations arising from, among other things, the homogenisation of the study group. However, this is the first study of its kind to cover such a broad spectrum of factors assessed in terms of the possible effects of KT on the human body.