

MARCZYK, Klaudia, BERNER, Aleksandra, STENCEL, Katarzyna, PEKAŁA, Maciej, OLSZEWSKA, Anna, STELMASZAK, Karina, POLAK, Paulina, POLASZEK, Monika, BOGOWSKA, Marta and MATYJA, Karolina. Physical activity of patients with chronic kidney disease. *Journal of Education, Health and Sport*. 2023;21(1):152-169. eISSN 2391-8306. <http://dx.doi.org/10.12775/JEHS.2023.21.01.015>
<https://apcz.umk.pl/JEHS/article/view/46029>
<https://zenodo.org/record/8400857>

The journal has had 40 points in Ministry of Education and Science of Poland parametric evaluation. Annex to the announcement of the Minister of Education and Science of 17.07.2023 No. 32318. Has a Journal's Unique Identifier: 201159. Scientific disciplines assigned: Physical Culture Sciences (Field of Medical sciences and health sciences); Health Sciences (Field of Medical Sciences and Health Sciences). Punkty Ministerialne z 2019 - aktualny rok 40 punktów. Załącznik do komunikatu Ministra Edukacji i Nauki z dnia 17.07.2023 Lp. 32318. Posiada Unikatowy Identyfikator Czasopisma: 201159. Przypisane dyscypliny naukowe: Nauki o kulturze fizycznej (Dziedzina nauk medycznych i nauk o zdrowiu); Nauki o zdrowiu (Dziedzina nauk medycznych i nauk o zdrowiu).

© The Authors 2023;

This article is published with open access at License Open Journal Systems of Nicolaus Copernicus University in Torun, Poland

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

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

Received: 30.08.2023. Revised: 15.09.2023. Accepted: 02.10.2023. Published: 03.10.2023.

Physical activity of patients with chronic kidney disease

Aktywność fizyczna pacjentów z przewlekłą chorobą nerek

Klaudia Marczyk

Wojewódzki Szpital Specjalistyczny MEGREZ Sp. z o. o., Edukacji 102, 43-100 Tychy

klaudia.marczyk@poczta.onet.pl

<https://orcid.org/0009-0007-1304-3498>

Aleksandra Berner

Wojewódzki Szpital Specjalistyczny MEGREZ Sp. z o. o., Edukacji 102, 43-100 Tychy

aleksandraber3@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0001-8252-3782>

Katarzyna Stencel

Wojewódzki Szpital Specjalistyczny MEGREZ Sp z o o, Edukacji 102, 43-100 Tychy

katarzynastencel96@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0006-9574-9277>

Maciej Pękała

Wojewódzki Szpital Specjalistyczny MEGREZ Sp. z o.o. , Edukacji 102, 43-100 Tychy

email: pekacz15@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-6679-649X>

Anna Olszewska

Medical University of Silesia, ul. Poniatowskiego 15, 40-055 Katowice

ania.olszewska12@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0006-0314-5258>

Karina Stelmaszak

Medical University of Silesia, ul. Poniatowskiego 15, 40-055 Katowice

stelmaszak1259@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0006-3877-2753>

Paulina Polak
Wojewódzki Szpital Specjalistyczny nr 4 w Bytomiu, aleja Legionów 10, 41-902 Bytom
polak.gdev@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0007-0006-8768>

Monika Polaszek
Dolnośląski Szpital Specjalistyczny im. T. Marciniaka - Centrum Medycyny Ratunkowej,
Fieldorfa 2, 54-049 Wrocław
moonika.polaszek@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0000-0964-2454>

Marta Bogowska
Samodzielny Publiczny Szpital Wojewódzki im. Papieża Jana Pawła II w Zamościu, aleje
Jana Pawła II 10, 22-400 Zamość
mbogowska96@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0000-3134-9940>

Karolina Matyja
Wojewódzki Szpital Specjalistyczny MEGREZ Sp. z o. o., Edukacji 102, 43-100 Tychy
matyja.karolina@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0006-8073-0477>

Abstract

Introduction: The main causes of chronic kidney disease (CKD) are diabetic and hypertensive nephropathy. The incidence of civilization diseases is increasing, which also indirectly affects the increase in the incidence of CKD. The patient's therapy after the diagnosis should include the care of a multi-specialist therapeutic team that will remove as many restrictions as possible in everyday functioning and ensure a high quality of life. In addition to the selection of individual renal replacement therapy, i.a. physical rehabilitation. Despite the fact that in the course of chronic kidney disease physical activity is impaired by numerous pathophysiological processes, the patient should be encouraged to undertake physical activity in order to reduce the risk of death due to cardiovascular diseases, as well as to eliminate many other adverse health effects of the disease. The following paper aims to analyze the impact of physical activity on CKD patients and the pathophysiological causes of low physical activity in this group of patients and the possibility of implementing rehabilitation as an element of comprehensive therapy.

Aim of the study: To review the current literature on the physical activity of patients with chronic kidney disease

Materials and Methods: A review of the publications available in PubMed, using the key words „chronic kidney disease”, „psychical activity in chronic kidney disease”, „physical activity”, „kidney failure”, „dialysis”, „renal rehabilitation”, „quality of life”

Results: Due to the growing number of people suffering from chronic kidney disease, awareness of the problems faced by patients in their daily lives has increased. One of these problems is physical impairment, which makes patients' activities of daily living extremely difficult and affects their quality of life. The introduction of physical rehabilitation as an integral part of therapy is necessary to reduce overall cardiovascular risk. The results of this review indicate that exercise, regardless of intensity, is indeed useful in improving physical condition. In addition, the greater value of intradialytic exercises in comparison with exercises between individual hemodialysis sessions should be emphasized. However, despite the known impact that poor physical condition has on the health of chronic kidney disease patients, there is no established way to provide exercise to these patients, and there are no standardized exercise programs tailored to specific renal replacement therapy strategies. Moderate-intensity exercise can be done in many ways both on and off dialysis, and this review shows that moderate-intensity exercise improves patients' overall physical functioning.

Summary: Physical activity is a crucial element of therapy for patients with chronic kidney disease. It should be the basis of therapy and be its inseparable part. However, due to the small scope of knowledge on the recommended activity adapted to the form of therapy established by the patient and his therapeutic team, and the lack of standardized exercise programs, further research should be conducted in this direction, which would allow the implementation of uniform guidelines as to the recommended and safe for the patient physical activity.

Key words: „chronic kidney disease”, „physical activity in chronic kidney disease”, „physical activity”, „kidney failure”, „dialysis”, „renal rehabilitation”, „quality of life”

Abstrakt

Wprowadzenie: Głównymi przyczynami przewlekłej choroby nerek (PChN) są nefropatia cukrzycowa i nadciśnieniowa. Rośnie zapadalność na choroby cywilizacyjne, co także pośrednio wpływa na wzrost występowania PChN. Terapia pacjenta po postawieniu diagnozy

powinna obejmować opiekę wielospecjalistycznego zespołu terapeutycznego, który zniesie możliwie największą ilość ograniczeń w codziennym funkcjonowaniu i zapewni wysoką jakość życia. Oprócz dobrania indywidualnej terapii nerkozastępczej należy wdrażać m.in. rehabilitację ruchową. Pomimo faktu, iż w przebiegu przewlekłej choroby nerek dochodzi do upośledzenia aktywności fizycznej poprzez liczne procesy patofizjologiczne, należy zachęcać pacjenta do podejmowania aktywności fizycznej, aby zmniejszyć ryzyko zgonu z powodu chorób sercowo-naczyniowych, a także zniwelować wiele innych niekorzystnych dla zdrowia efektów choroby. Poniższa praca ma na celu analizę wpływu aktywności fizycznej na pacjentów z PChN i patofizjologiczne przyczyny niskiej aktywności fizycznej w tej grupie chorych oraz możliwości wdrażania rehabilitacji jako elementu kompleksowej terapii. Cel pracy: Przegląd aktualnej wiedzy literackiej na temat aktywności fizycznej u pacjentów z przewlekłą chorobą nerek

Materiały i metody: Przegląd literatury dostępnej w PubMed, z użyciem słów kluczy „chronic kidney disease”, „psychical activity in chronic kidney disease”, „physical activity”, „kidney failure”, „dialysis”, „renal rehabilitation”, „quality of life”

Wyniki: Przez rosnącą liczbę osób chorujących na przewlekłą chorobę nerek wzrosła świadomość na temat problemów spotykających pacjentów w ich życiu codziennym. Jednym z tych problemów jest upośledzenie sprawności fizycznej, które poważnie utrudnia pacjentom wykonywanie czynności życia codziennego i pogarsza jakość życia. Wprowadzenie rehabilitacji ruchowej jako integralnego elementu terapii jest konieczne celem zmniejszenia ogólnego ryzyka sercowo-naczyniowego. Wyniki tego przeglądu wskazują, że ćwiczenia, niezależnie od stopnia intensywności, są rzeczywiście przydatne w poprawie sprawności fizycznej. Ponadto należy podkreślić większą wartość ćwiczeń śróddializacyjnych w porównaniu z ćwiczeniami między poszczególnymi zabiegami hemodializy. Jednakże pomimo znanego wpływu, jaki słaba sprawność fizyczna wywiera na stan zdrowia pacjentów z PChN, nie ma ustalonej drogi zapewnienia tym pacjentom ćwiczeń fizycznych, brakuje wystandaryzowanych programów ćwiczeń, dopasowanych do poszczególnych strategii terapii nerkozastępczej. Ćwiczenia o umiarkowanej intensywności można wykonywać na wiele sposobów zarówno podczas dializy, jak i poza nią, a niniejszy przegląd pokazuje, że takie ćwiczenia o umiarkowanej intensywności poprawiają ogólne funkcjonowanie fizyczne pacjentów.

Podsumowanie:

Aktywność fizyczna to niezwykle ważny element terapii pacjentów z przewlekłą chorobą nerek. Powinna ona stanowić podstawę terapii i być jej nieodłącznym elementem. Jednak z uwagi na niewielki zakres wiedzy na temat zalecanej aktywności dostosowanej do formy terapii ustalonej przez pacjenta wraz z jego zespołem terapeutycznym oraz brak wystandaryzowanych programów ćwiczeń powinno się prowadzić dalsze badania w tym kierunku, które pozwoliłyby na wdrożenie jednolitych wytycznych co do zalecanej i bezpiecznej dla pacjenta aktywności fizycznej.

Słowa klucze: „chronic kidney disease”, „psychical activity in chronic kidney disease”, „physical activity”, „kidney failure”, „dialysis”, „renal rehabilitation”, „quality of life”.

1. Wprowadzenie

U pacjentów cierpiących na przewlekłą chorobę nerek w stadium schyłkowym często występuje upośledzenie funkcji fizycznych. Wydolność w tej populacji szacuje się na 60% w porównaniu do osób prowadzących siedzący tryb życia z prawidłową funkcją nerek [1]. Przyczyny tego stanu nie są do końca poznane. Uważa się, że w stadium G5 PChN występuje wiele zaburzeń funkcjonalnych i strukturalnych układu nerwowo-mięśniowego, szkieletowego i sercowo-naczyniowego. Dodatkowo zwiększona częstość występowania chorób współistniejących, które wpływają na możliwość poruszania się, m.in. reumatoidalne zapalenie stawów lub toczeń trzewny i specyficzne leczenie, np. glikokortykosteroidami, które ma negatywny wpływ na tolerancję wysiłku. Powszechnie wiadomo, iż siedzący tryb życia jest istotnym czynnikiem ryzyka wczesnego zgonu w populacji ogólnej, głównie z powodu chorób sercowo-naczyniowych. O'Hare i wsp. wykazali podobną zależność wśród populacji chorych poddawanych dializoterapii [1]. Warto zaznaczyć, iż chorzy leczeni dializami są grupą szczególnie podatną na prowadzenie siedzącego trybu życia, ponieważ spędzają minimum 12 godzin tygodniowo w pozycji leżącej lub półsiedzącej w trakcie dializoterapii, a przeważająca ilość chorych dowożona jest do ośrodka dializ przez publiczne środki transportu. Inną kwestią wpływająca na taki stan rzeczy jest także fakt, iż tylko niewielki odsetek pacjentów dializowanych jest czynny zawodowo.

W przeszłości odpoczynek był uznawany jako opcja leczenia PChN, zwłaszcza u pacjentów cierpiących na zespół nerczycowy, po doniesieniach z lat 90. XX wieku, że aktywność

fizyczna może zwiększać białkomocz i wpływać niekorzystnie na czynność nerek. Kiedy udowodniono w badaniach, że białkomocz spowodowany wysiłkiem fizycznym jest przemijający i odwracalny, a także bez pogorszenia czynności nerek, terapia ruchowa u pacjentów z PChN zaczęła wzbudzać zainteresowanie specjalistów zajmujących się tą grupą chorych. Na świecie obserwuje się wzrost liczby osób starszych i wzrost częstości występowania zespołu kruchości u pacjentów z przewlekłą chorobą nerek. Ponieważ zespół kruchości jest nieodłącznie związany ze zwiększoną śmiertelnością i obniżoną jakością życia, zrodziła się pilna potrzeba zbadania wpływu ćwiczeń fizycznych u pacjentów z PChN [2,3,4]. WHO określa rehabilitację jako „wszelkie środki mające na celu łagodzenie skutków chorób mogących powodować niepełnosprawność i niekorzystne warunki społeczne oraz osiągnięcie integracji społecznej osób z chorobami nerek”. niepełnosprawność i niekorzystne warunki społeczne”. Rehabilitację nerkową z kolei definiuje się jako „długoterminowy kompleksowy program obejmujący terapię ruchową, terapię żywieniową i nawadniającą, terapię lekową, edukację, wsparcie psychologiczno-psychiatryczne itp., mający na celu łagodzenie skutków fizycznych/psychiatrycznych, leczenie chorób nerek i dializy, przedłużenie leczenia, oczekiwanej długości życia oraz poprawę warunków psychospołecznych i pracowniczych”. Rehabilitacja w pierwotnej postaci polega na stosowaniu wszelkich możliwych metod leczenia i korzystaniu ze wszystkich środków wsparcia, aby pacjenci z chorobami nerek mogli korzystać także z rehabilitacji społecznej, a nie tylko terapii ruchowej. Ponieważ rehabilitacja nerkowa to kompleksowa, wielodyscyplinarna idea dla pacjentów z PChN, konieczna jest współpraca ze specjalistami zajmującymi się leczeniem PChN, w tym lekarzami, fizjoterapeutami, dietetykami, pielęgniarkami, pracownikami socjalnymi, farmaceutami i terapeutami. Każdy z wyżej wymienionych pracowników stanowi nieodłączny element zespołu terapeutycznego. Obecnie rehabilitacja nerek jest obiektem badań wielu grup na całym świecie.

2. Cel pracy

Celem naszej pracy był przegląd aktualnej wiedzy literackiej na temat aktywności fizycznej u pacjenta z przewlekłą chorobą nerek, jej wpływu na pacjentów, patofizjologiczne przyczyny niskiej aktywności fizycznej oraz możliwości wdrażania rehabilitacji jako elementu kompleksowej terapii.

3. Materiały i metody

Przegląd literatury dostępnej w PubMed, z użyciem słów kluczy „chronic kidney disease”, „physical activity in chronic kidney disease”, „psysical activity”, „kidney failure”, „dialysis”, „renal rehabilitation”, „quality of life”

4. Wyniki - opis stanu wiedzy

I. Wpływ aktywności fizycznej na codzienne funkcjonowanie pacjentów.

Jest powszechnie uznane, że wśród modyfikowalnych czynników ryzyka związanych ze stylem życia brak aktywności fizycznej odgrywa ważną rolę w przypadku większości chorób przewlekłych. Zagadnienie to jest szczególnie ważne u chorych na PChN, gdyż w tej grupie chorych występuje znacznie obniżona sprawność i kruchość (jedna z najważniejszych konsekwencji braku aktywności fizycznej), która jest ściśle związana z niekorzystnym rokowaniem i gorszą jakością życia. Ogólnie rzecz biorąc, trening wysiłkowy może stanowić potencjalną metodę poprawy eGFR i BMI u pacjentów z przewlekłą chorobą nerek. Niektóre wyniki badań krótkoterminowych sugerują także, że ćwiczenia mogą zmniejszać ciśnienie krwi (mierzone metodą osłuchową lub oscylometryczną), ale nie wpływają na wyniki 24-godzinnych ABPM lub cholesterolu całkowity, HDL lub LDL[5]. Rutynowa aktywność fizyczna o niskiej lub umiarkowanej intensywności przynosi znaczące korzyści pacjentom z PChN. Poprawia wydolność tlenową i funkcjonalną, pozytywnie wpływając na postrzeganą jakość życia. Umożliwia to optymalizację kontroli ciśnienia krwi i poprawę niektórych wyników badań laboratoryjnych, takich jak stężenie hemoglobiny. Najczęstszym wdrażanym programem ćwiczeń jest 30 minut dziennie, trzy do pięciu razy w tygodniu, a intensywność i częstotliwość dostosowuje się do tolerancji pacjenta. Ćwiczenia fizyczne nie wywierają negatywnego wpływu na funkcję nerek, dlatego też u stabilnego pacjenta można bezpiecznie zalecić aktywność fizyczną, a wyniki tej metaanalizy potwierdzają włączenie ćwiczeń fizycznych jako podstawowego elementu leczenia chorób przewlekłych [6].

W systematycznym przeglądzie przeprowadzonym przez Barcellosa i in. [7], w tym 11 randomizowanych badań z udziałem pacjentów przed dializą, oceniono wpływ różnych programów ćwiczeń na kilka parametrów. W tym artykule, z trzech badań wykorzystujących wskaźniki stanu zapalnego jako punkt końcowy, wyłącznie badanie Castanedy i wsp. [8] wykazało pozytywny wpływ treningu oporowego na wolne białko C-reaktywne i interleukinę-6. W tym samym przeglądzie systematycznym [7] udokumentowano także

pozytywny wpływ ćwiczeń na zużycie tlenu (szczytowe VO₂, maksymalne tempo zużycia tlenu mierzone podczas ćwiczeń przyrostowych) w pięciu badaniach oraz na jakość życia w dwóch badaniach. Wyniki te są zgodne z niedawną metaanalizą, której przedmiotem badań były szczególnie ćwiczenia aerobowe u dorosłych z przewlekłą chorobą nerek [9], a która zdołała udokumentować, że interwencja ta poprawiła szczytowy VO₂ i jakość życia pacjentów z przewlekłą chorobą nerek. W innej analizie Castanedy i wsp. [10] wykazano korzystny wpływ treningu oporowego i diety niskobiałkowej na zmiany eGFR u pacjentów z PChN. W powyższym badaniu [9] eGFR wzrósł w okresie 12 tygodni w grupie wykonującej treningi oporowe (1,2 ml/min) i spadł w grupie kontrolnej (-1,6 ml/min). W metaanalizie Castanedy i wsp. [10] rehabilitacja ruchowa doprowadziła do wzrostu eGFR (2,6 ml/min). Z kolei Zhang i in. [11] wykazali także, że ciśnienie krwi (ciśnienie skurczowe: -5,6 mmHg, ciśnienie rozkurczowe: -2,9 mmHg) i wskaźnik masy ciała (BMI, -1,3 kg/m²) u pacjentów w grupie mającej regularną aktywność fizyczną uległy znaczącemu obniżeniu, jednak nie potwierdzono istotnego wpływu na poziom kreatyniny u pacjentów z przewlekłą chorobą nerek. Trening fizyczny wykazał silny pozytywny związek z efektywnością dializy, stężeniem białka C-reaktywnego, ciśnieniem krwi, miażdżycą, jakością życia związaną ze stanem zdrowia (QOL) i depresją [12,13]. W wyniku aktywności fizycznej pacjent może jednak odczuwać skutki uboczne, takie jak zmęczenie, rozwój niedociśnienia, powikłania kostno-mięśniowe i sporadycznie negatywne efekty sercowo-naczyniowe [13].

Aktywność fizyczna prowadzi także do zmian w organizmie na poziomie komórkowym i molekularnym. Programy ćwiczeń prowadzone u pacjentów ze schyłkową chorobą nerek powodowały istotne zmiany mikroskopowe i metaboliczne we włóknach mięśniowych. W jednym z wykonanych badań [14] stwierdzono wzrost całkowitej liczby włókien mięśniowych, zwłaszcza typu II, wzrost właściwości aktywacyjnych komórek satelitarnych i komórek śródbłonka naczyń, wzrost liczby mioblastów, które łączyły się, tworząc nowe wielojądrowe włókna, wzrost liczby naczyń krwionośnych, wzrost liczby mitochondriów, a ponadto zmniejszenie akumulacji glikogenu, co świadczy o aktywacji procesów tlenowych w miocytach.

II. Patofizjologiczne przyczyny niskiej aktywności fizycznej u chorych z przewlekłą chorobą nerek.

Zaburzona funkcja mięśni szkieletowych prawdopodobnie odgrywa podstawową rolę w upośledzonej zdolności wykonywania wysiłku i jest stwierdzana u 50% chorych na PChN

[15]. Definiowanie tego zaburzenia nie jest łatwe ze względu na dużą różnorodność objawów i ich nasilenie, co uniemożliwia wskazanie odrębnego, konkretnego objawu. Co więcej, nie ma innych testów biochemicznych ani klinicznych, które można by zastosować jako testy diagnostyczne. Pacjenci najczęściej uskarżają się na osłabienie mięśni, brak wytrzymałości fizycznej, szybkie męczenie się i bóle mięśni, ale w badaniu fizykalnym i laboratoryjnym nie stwierdza się istotnych nieprawidłowości [16]. Ekipa badawcza Campistola, która wniosła znaczący wkład w zrozumienie przyczyny tej choroby, wprowadziła terminu „miopatia mocznicowa” w odniesieniu do rozwoju funkcjonalnego, a czasem także strukturalnego uszkodzenia mięśni szkieletowych u pacjentów z przewlekłą chorobą nerek [17].

Etiologia zaburzeń funkcjonowania mięśni w przebiegu PChN stanowi przedmiot wielu badań. Dyskusji podlegają liczne kwestie. Rozważa się wpływ toksyn mocznicowych, które gromadzone mogą działać toksycznie na mięśnie poprzecznie prążkowane według badań Smogorzewskiego i wsp. [18]. Innym wytłumaczeniem dla objawów obserwowanych u pacjentów może być niedobór witaminy D₃, której suplementacja spowodowała ustąpienie objawów ze strony mięśni szkieletowych i zwiększenie wydolności fizycznej [19]. Ważną kwestią jest wpływ zaburzeń w obrębie gospodarki fosforanowo-wapniowej. Wysokie stężenia parathormonu (PTH), który posiada receptory w komórkach mięśni szkieletowych [20] i istotna poprawa ich funkcjonowania po zabiegu paratyreoidektomii [21] pozwala zauważyć wysokie prawdopodobieństwo tego powiązania. W przebiegu PChN pacjenci są narażeni na niedokrwistość, której skutkiem może być zmniejszenie siły mięśniowej, wytrzymałości fizycznej oraz redukcja parametrów jakości życia. Stężenie hemoglobiny i wydolność fizyczna nie pozostają jednak w relacji liniowej, gdyż istnieje dysproporcja między przyrostem stężenia hemoglobiny a zwiększeniem wydolności fizycznej [22,23]. Całkowita masa mięśniowa może ulec zwiększeniu w wyniku egzogennej podaży pochodnych testosteronu [24], którego niedobór jest stwierdzany w populacji pacjentów dializowanych. Kwestia zaburzonej funkcji mitochondriów nie jest do końca wyjaśniona. Thompson i wsp. [20] z użyciem spektroskopii rezonansu magnetycznego fosforu 31 (31P MRS) wykazali, iż w czasie aktywności fizycznej obserwuje się obniżenie stężenia fosfokreatyny i akumulację wewnątrzkomórkowego kwasu mlekowego, co udowadnia przewagę procesów beztlenowej glikolizy nad procesami fosforylacji oksydacyjnej. Z uwagi na powyższe ustalenia autorzy sugerują, że przyczyną zmniejszonej siły mięśniowej u chorych jest dysfunkcja mitochondriów. Uszkodzenie struktury mięśni szkieletowych nie występuje u wszystkich chorych na schyłkową niewydolność nerek. W obrazie

histologicznym obserwowano atrofię głównie w grupie włókien tzw. białych szybkich (typu II), zwiększoną ilość tkanki łącznej, nasilone kumulowanie glikogenu [25, 26]. Włókna mogą być rozszczerzone, czasami obserwuje się deficyty włókien (moth-eaten fibers), zwiększoną liczbę kropeł tłuszczu, a w mikroskopie elektronowym braki miofilamentów, zaburzenie struktury linii Z, utratę prążków I i A, podsarkolemowe zwinięte spiralnie włókna, jądra miocytów położone w części centralnej oraz grubszą błonę wewnętrzną kapilar [27]. Niekiedy stwierdza się obrzęk mitochondriów lub zjawiska mogące wykazywać zmienioną gęstość matrix.

III. Możliwości wdrażania rehabilitacji jako elementu kompleksowej terapii.

Pomimo publikacji wielu przeglądów i artykułów na temat ćwiczeń fizycznych w PChN w roku 2010, nadal nie stworzono kompleksowych wytycznych dotyczących ćwiczeń i aktywności u pacjentów cierpiących na przewlekłą chorobę nerek. W latach 2013 i 2014 zarówno w stanowisku „Exercise and Sports Science Australia”, jak i w wytycznych American Colleges of Sports Medicine zalecano ćwiczenia aerobowe, oporowe i rozciągające [28]. Jednak nie określono konkretnych sugestii na temat rodzajów i intensywności poszczególnych rodzajów ćwiczeń dla pacjentów z PChN. W 2018 r. ustalono wytyczne praktyki klinicznej dotyczące rehabilitacji nerkowej opracowane przez JSRR [29]. Był to jeden z pierwszych zestawów wytycznych dla klinicyстів dotyczących rehabilitacji nerek, opartych na przeglądach systematycznych i dowodach naukowych. Ponieważ terapia ruchowa stanowi podstawę kompleksowego programu rehabilitacji nerek, dokonano przede wszystkim przeglądu literatury na temat terapii ruchowej u pacjentów z przewlekłą chorobą nerek. Następnie opublikowano szereg systematycznych przeglądów dotyczących aktywności fizycznej, czynności nerek i zmian stylu życia u chorych na PChN, w tym u pacjentów objętych programem dializ [30,31].

Grupą docelową terapii ruchowej są pacjenci o stabilnym stanie fizycznym. Trzy ważne etapy terapii ruchowej u pacjentów dializowanych to wstępna ocena fizykalna, zalecenie odpowiedniego programu ćwiczeń i zapewnienie ciągłego wsparcia. Ponieważ u pacjentów dializowanych często występują powikłania ze strony układu sercowo-naczyniowego, przed wdrożeniem rehabilitacji należy ocenić, czy funkcje układu krwionośnego pacjenta i wyniki badań laboratoryjnych (m.in. stężenie potasu i hemoglobiny w surowicy) nadają się do leczenia wysiłkowego. U pacjentów z cukrzycą powikłania, w tym retinopatia, neuropatia i

stopa cukrzycowa, mogą wpływać na docelowy poziom wysiłku fizycznego [32].

Ćwiczenia w ramach programu rehabilitacyjnego mogą być prowadzone w czasie zabiegu hemodializy (HD), w dni wolne od zabiegów HD w specjalnym centrum rehabilitacyjnym, a także w domu chorego.

Zalety wysiłku fizycznego prowadzonego w czasie zabiegu hemodializy

Badania wielokrotnie udowodniły, iż cykl rehabilitacyjny trwający od 3 do 12 miesięcy zwiększa wydolność fizyczną, obniża maksymalne zużycie tlenu (VO₂max), siłę mięśniową [33], poprawia wskaźniki własnej oceny stanu zdrowia, zmniejsza stany depresyjne [34]. W badaniu Millera i wsp. 6-miesięczna rehabilitacja umożliwiła zmniejszenie zapotrzebowania na leki o działaniu hipotensyjnym i w ten sposób obniżyła koszty leczenia [35]. Kong i wsp. [36] wykazali, iż zastosowanie bardzo intensywnego wysiłku średnio 35 W, trwającego przez godzinę powoduje wzrost klirensu mocznika z 63 do 68% i klirensu kreatyniny z 51 do 57%. Hipoteza głosi, że główną przyczyną takich wyników jest rozszerzenie naczyń krwionośnych w obrębie mięśni szkieletowych, co powoduje zwiększenie powierzchni wymiany produktów przemiany materii. Badacze podkreślają, iż kolejnym efektem wysiłku fizycznego jest – poza zwiększeniem efektywności dializy – zmniejszenie zjawiska odbicia (rebound), czyli poddializacyjnego wzrostu stężeń metabolitów spowodowanego ich transportem z przestrzeni słabo ukrwionych do krwi po zakończeniu dializy [36]. Autorzy tłumaczą to zwiększeniem przepuszczalności bariery między kompartmentami w warunkach aktywności mięśni i rozszerzenia naczyń krwionośnych.

Prowadzenie średnio intensywnych ćwiczeń fizycznych podczas zabiegu hemodializy nie niesie ze sobą ryzyka poważnych skutków ubocznych. Czasami obserwuje się skurcze mięśniowe i spadek ciśnienia tętniczego, zwłaszcza gdy wysiłek prowadzony jest w 3 lub 4 godzinie dializy lub gdy godzinowa ultrafiltracja przekracza 1 litr. Rzadkością była zmiana pozycji igły, przekłucie zespolenia i powstanie krwiaka. Równie rzadko występowały zaburzenia elektrolitowe czy kwasica metaboliczna.

Rehabilitacja w dni wolne od zabiegów HD umożliwia większą różnorodność ćwiczeń, na które pacjent może się zdecydować. Ponadto pacjent ma możliwość współzawodnictwa w grach zespołowych z elementami rywalizacji, które znacznie wpływają na efektywność ćwiczeń. Kouidi i wsp. wykazali przewagę tak prowadzonej rehabilitacji nad cyklem ćwiczeń

prowadzonych w stacji dializ za pomocą cykloergometru. W badaniu tym, trwającym rok zaobserwowano zwiększenie maksymalnego zużycia tlenu VO₂max (o 47% grupa chorych ćwiczących poza stacją dializ versus 34% grupa chorych ćwiczących w stacji dializ) [33].

Wadą przedstawionego powyżej rozwiązania jest jednak jego kosztowność. Koszty generuje konieczność transportowania pacjenta do centrum rehabilitacyjnego, koszty związane z wyposażeniem centrum i zatrudnieniem wykwalifikowanej kadry.

W przypadku, gdy chory pozostaje w trudnej sytuacji materialnej rehabilitacja domowa stanowi najtańszą metodę zwiększania aktywności fizycznej. W jej trakcie pacjent wykonuje zindywidualizowany program ćwiczeń, których wykonanie nie wymaga posiadania sprzętu sportowego. Zalecenia powinny być dopasowane do upodobań i możliwości pacjenta. Przykładowe aktywności to: zwiększenie czasu na aktywność fizyczną poprzez spacer, prace porządkowe w domu, używanie schodów zamiast windy, ćwiczenia rozciągające i oporowe, wykonywanie ćwiczeń stosowanych w rehabilitacji sercowo-naczyniowej, np. chodzenie ze stopniowym wzrostem odległości lub czasu, ćwiczenia na rowerze stacjonarnym. Do wad tego typu inicjatyw należy brak kontroli lekarskiej, duży odsetek chorych rezygnujących i nieprzestrzegających zaleceń.

Zgodnie z zaleceniami NKF-K/DOQI każdy pacjent należący do programu przewlekłej dializoterapii powinien być zachęcany do aktywności fizycznej przez personel stacji dializ. Program i intensywność ćwiczeń powinny być regulowane w zależności od chorób współistniejących. Najbardziej optymalne jest codzienne wykonywanie wysiłków o średniej intensywności przez 30 min, dzięki którym zwiększa się siła mięśniowa, zmniejsza uczucia ogólnego osłabienia, a także rośnie samodzielność pacjenta w codziennych czynnościach. Winno się co około 6 miesięcy oceniać aktywność fizyczną chorego w oparciu o dane z odpowiednich kwestionariuszy (np. SF-36) lub testy np. oceny maksymalnego zużycia tlenu VO₂max. Wartości tych parametrów odzwierciedlają ryzyko śmierci i hospitalizacji chorych leczonych dializami, dlatego ich ocena powinna znaleźć się w harmonogramie badań chorych objętych programem dializoterapii [16].

5. Podsumowanie

Regularna aktywność fizyczna redukuje podwyższone ciśnienie tętnicze u osób z nadciśnieniem, zmniejsza depresję i niepokój, pomaga w kontroli masy ciała, jest niezbędna do prawidłowego funkcjonowania kości, mięśni, stawów, u starszych ludzi wpływa na

zwiększenie siły mięśniowej i niezależne funkcjonowanie w codziennym życiu. Brak aktywności fizycznej jest znanym czynnikiem ryzyka chorób sercowo-naczyniowych, a także zwiększonego ryzyka rozwoju cukrzycy i nadciśnienia. W ostatnich dekadach badano wpływ aktywności fizycznej na ogólny stan zdrowia pacjentów dotkniętych przewlekłą chorobą nerek. Badania udowodniły na jak wielu polach uwidacznia się jej dobroczynny efekt. Znaczący jest jej wpływ nie tylko na układ sercowo-naczyniowy, ale także na ogólne funkcjonowanie mięśni szkieletowych, procesy molekularne czy klirens produktów przemiany materii.

Mimo obiecujących rezultatów, badacze podkreślają, że kontynuacja badań jest konieczna w celu dalszej standaryzacji oraz zdefiniowania roli aktywności fizycznej w terapii. Te badania umożliwią lepsze wykorzystanie aktywności jako skutecznej metody leczenia przewlekłej choroby nerek i zapobiegania jej skutkom.

1. Zgoda pacjenta: nie dotyczy
2. Dane pozyskano z PubMed
3. Ocena etyczna: nie dotyczy
4. Wkład autora:

-Konceptualizacja: Klaudia Marczyk, Aleksandra Berner, Katarzyna Stencel, Maciej Pękała, Anna Olszewska, Karina Stelmaszak, Monika Polaszek, Marta Bogowska, Paulina Polak, Karolina Matyja

-Metodologia: Aleksandra Berner, Maciej Pękała, Klaudia Marczyk, Marta Bogowska, Paulina Polak

-Oprogramowanie: Katarzyna Stencel, Maciej Pękała, Anna Olszewska, Karina Stelmaszak, Aleksandra Berner, Karolina Matyja, Paulina Polak

-Analiza formalna: Klaudia Marczyk, Katarzyna Stencel, Monika Polaszek, Marta Bogowska, Karina Stelmaszak, Karolina Matyja

-Przechowywanie danych: Aleksandra Berner, Maciej Pękała, Anna Olszewska, Karina Stelmaszak, Klaudia Marczyk

-Wizualizacja: Aleksandra Berner, Klaudia Marczyk, Maciej Pękała, Anna Olszewska, Paulina Polak

-Nadzór: Aleksandra Berner, Katarzyna Stencel, Maciej Pękała, Anna Olszewska, Monika Polaszek, Marta Bogowska, Paulina Polak, Karina Stelmaszak, Karolina Matyja, Klaudia Marczyk

Wszyscy autorzy przeczytali i zgodzili się z opublikowaną wersją manuskryptu

5. Konflikt interesów: nie dotyczy
6. Finansowanie: nie dotyczy
7. Oświadczenie instytucjonalnej komisji rewizyjnej: nie dotyczy
8. Oświadczenie o świadomej zgodzie: nie dotyczy
9. Oświadczenie o dostępności danych: nie dotyczy

Bibliografia

1. O'Hare AM, Tawney K, Bacchetti P, Johansen KL. Decreased survival among sedentary patients undergoing dialysis: results from the dialysis morbidity and mortality study wave 2. *Am J Kidney Dis.* 2003 Feb;41(2):447-54. doi: 10.1053/ajkd.2003.50055. PMID: 12552509.
2. Jassal SV, Karaboyas A, Comment LA, Bieber BA, Morgenstern H, Sen A, Gillespie BW, De Sequera P, Marshall MR, Fukuhara S, Robinson BM, Pisoni RL, Tentori F. Functional Dependence and Mortality in the International Dialysis Outcomes and Practice Patterns Study (DOPPS). *Am J Kidney Dis.* 2016 Feb;67(2):283-92. doi: 10.1053/j.ajkd.2015.09.024. Epub 2015 Nov 21. PMID: 26612280; PMCID: PMC5530761.
3. Johansen KL, Delgado C, Bao Y, Kurella Tamura M. Frailty and dialysis initiation. *Semin Dial.* 2013 Nov-Dec;26(6):690-6. doi: 10.1111/sdi.12126. Epub 2013 Sep 4. Erratum in: *Semin Dial.* 2015 Jul-Aug;28(4):455. PMID: 24004376; PMCID: PMC3984466.

4. Abdel-Rahman EM, Turgut F, Turkmen K, Balogun RA. Falls in elderly hemodialysis patients. *QJM*. 2011 Oct;104(10):829-38. doi: 10.1093/qjmed/hcr108. Epub 2011 Jul 12. PMID: 21750022.
5. Mallamaci F, Pisano A, Tripepi G. Physical activity in chronic kidney disease and the EXerCise Introduction To Enhance trial. *Nephrol Dial Transplant*. 2020 Mar 1;35(Suppl 2):ii18-ii22. doi: 10.1093/ndt/gfaa012. PMID: 32162664; PMCID: PMC7066543.
6. Villanego F, Naranjo J, Vigara LA, Cazorla JM, Montero ME, García T, Torrado J, Mazuecos A. Impact of physical exercise in patients with chronic kidney disease: Sistematic review and meta-analysis. *Nefrologia (Engl Ed)*. 2020 May-Jun;40(3):237-252. English, Spanish. doi: 10.1016/j.nefro.2020.01.002. Epub 2020 Apr 15. PMID: 32305232.
7. Barcellos FC, Santos IS, Umpierre D, Bohlke M, Hallal PC. Effects of exercise in the whole spectrum of chronic kidney disease: a systematic review. *Clin Kidney J*. 2015 Dec;8(6):753-65. doi: 10.1093/ckj/sfv099. Epub 2015 Oct 20. PMID: 26613036; PMCID: PMC4655802.
8. Castaneda C, Gordon PL, Parker RC, Uhlin KL, Roubenoff R, Levey AS. Resistance training to reduce the malnutrition-inflammation complex syndrome of chronic kidney disease. *Am J Kidney Dis*. 2004 Apr;43(4):607-16. doi: 10.1053/j.ajkd.2003.12.025. PMID: 15042537.
9. Pei G, Tang Y, Tan L, Tan J, Ge L, Qin W. Aerobic exercise in adults with chronic kidney disease (CKD): a meta-analysis. *Int Urol Nephrol*. 2019 Oct;51(10):1787-1795. doi: 10.1007/s11255-019-02234-x. Epub 2019 Jul 22. PMID: 31332699.
10. Castaneda C, Gordon PL, Uhlin KL, Levey AS, Kehayias JJ, Dwyer JT, Fielding RA, Roubenoff R, Singh MF. Resistance training to counteract the catabolism of a low-protein diet in patients with chronic renal insufficiency. A randomized, controlled trial. *Ann Intern Med*. 2001 Dec 4;135(11):965-76. doi: 10.7326/0003-4819-135-11-200112040-00008. PMID: 11730397.
11. Zhang L, Wang Y, Xiong L, Luo Y, Huang Z, Yi B. Exercise therapy improves eGFR, and reduces blood pressure and BMI in non-dialysis CKD patients: evidence from a meta-analysis. *BMC Nephrol*. 2019 Oct 29;20(1):398. doi: 10.1186/s12882-019-1586-5. PMID: 31664943; PMCID: PMC6821004.

12. Heiwe S, Jacobson SH. Exercise training in adults with CKD: a systematic review and meta-analysis. *Am J Kidney Dis.* 2014 Sep;64(3):383-93. doi: 10.1053/j.ajkd.2014.03.020. Epub 2014 Jun 7. PMID: 24913219.
13. Sheng K, Zhang P, Chen L, Cheng J, Wu C, Chen J. Intradialytic exercise in hemodialysis patients: a systematic review and meta-analysis. *Am J Nephrol.* 2014;40(5):478-90. doi: 10.1159/000368722. Epub 2014 Dec 9. PMID: 25504020.
14. Kouidi E, Albani M, Natsis K, Megalopoulos A, Gigis P, Guiba-Tziampiri O, Tourkantonis A, Deligiannis A. The effects of exercise training on muscle atrophy in haemodialysis patients. *Nephrol Dial Transplant.* 1998 Mar;13(3):685-99. doi: 10.1093/ndt/13.3.685. PMID: 9550648.
15. Thompson CH, Kemp GJ, Taylor DJ, Ledingham JG, Radda GK, Rajagopalan B. Effect of chronic uraemia on skeletal muscle metabolism in man. *Nephrol Dial Transplant.* 1993;8(3):218-22. PMID: 8385287.
16. Gołebiowski T, Weyde W, Kusztal M, Szymczak M, Madziarska K, Penar J, Watorek E, Krajewska M, Strempecka B, Klinger M. Cwiczenia fizyczne w rehabilitacji chorych dializowanych [Physical exercise in the rehabilitation of dialysis patients]. *Postepy Hig Med Dosw (Online).* 2009 Feb 6;63:13-22. Polish. PMID: 19252460.
17. Campistol JM. Uremic myopathy. *Kidney Int.* 2002 Nov;62(5):1901-13. doi: 10.1046/j.1523-1755.2002.00614.x. PMID: 12371997.
18. Smogorzewski M, Piskorska G, Borum PR, Massry SG. Chronic renal failure, parathyroid hormone and fatty acids oxidation in skeletal muscle. *Kidney Int.* 1988 Feb;33(2):555-60. doi: 10.1038/ki.1988.33. PMID: 3361755.
19. Schott GD, Wills MR. Muscle weakness in osteomalacia. *Lancet.* 1976 Mar 20;1(7960):626-9. doi: 10.1016/s0140-6736(76)90428-1. PMID: 55903.
20. Ureña P, Kong XF, Abou-Samra AB, Jüppner H, Kronenberg HM, Potts JT Jr, Segre GV. Parathyroid hormone (PTH)/PTH-related peptide receptor messenger ribonucleic acids are widely distributed in rat tissues. *Endocrinology.* 1993 Aug;133(2):617-23. doi: 10.1210/endo.133.2.8393771. PMID: 8393771.
21. Joborn C, Rastad J, Stålberg E, Akerström G, Ljunghall S. Muscle function in patients with primary hyperparathyroidism. *Muscle Nerve.* 1989 Feb;12(2):87-94. doi: 10.1002/mus.880120202. PMID: 2710153.
22. Macdougall IC, Lewis NP, Saunders MJ, Cochlin DL, Davies ME, Hutton RD, Fox KA, Coles GA, Williams JD. Long-term cardiorespiratory effects of amelioration of renal anaemia by erythropoietin. *Lancet.* 1990 Mar 3;335(8688):489-93. doi:

- 10.1016/0140-6736(90)90733-1. Erratum in: *Lancet* 1990 Mar 10;335(8689):614. PMID: 1968526.
23. Park JS, Kim SB, Park SK, Lim TH, Lee DK, Hong CD. Effect of recombinant human erythropoietin on muscle energy metabolism in patients with end-stage renal disease: a ³¹P-nuclear magnetic resonance spectroscopic study. *Am J Kidney Dis.* 1993 Jun;21(6):612-8. doi: 10.1016/s0272-6386(12)80033-3. PMID: 8503414.
24. Johansen KL, Painter PL, Sakkas GK, Gordon P, Doyle J, Shubert T. Effects of resistance exercise training and nandrolone decanoate on body composition and muscle function among patients who receive hemodialysis: A randomized, controlled trial. *J Am Soc Nephrol.* 2006 Aug;17(8):2307-14. doi: 10.1681/ASN.2006010034. Epub 2006 Jul 6. PMID: 16825332.
25. Clyne N, Esbjörnsson M, Jansson E, Jogestrand T, Lins LE, Pehrsson SK. Effects of renal failure on skeletal muscle. *Nephron.* 1993;63(4):395-9. doi: 10.1159/000187241. PMID: 8459873.
26. Diesel W, Emms M, Knight BK, Noakes TD, Swanepoel CR, van Zyl Smit R, Kaschula RO, Sinclair-Smith CC. Morphologic features of the myopathy associated with chronic renal failure. *Am J Kidney Dis.* 1993 Nov;22(5):677-84. doi: 10.1016/s0272-6386(12)80430-6. PMID: 8238013.
27. Wagner PD, Masanés F, Wagner H, Sala E, Miró O, Campistol JM, Marrades RM, Casademont J, Torregrosa V, Roca J. Muscle angiogenic growth factor gene responses to exercise in chronic renal failure. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol.* 2001 Aug;281(2):R539-46. doi: 10.1152/ajpregu.2001.281.2.R539. PMID: 11448858.
28. Smart NA, Williams AD, Levinger I, Selig S, Howden E, Coombes JS, Fasset RG. Exercise & Sports Science Australia (ESSA) position statement on exercise and chronic kidney disease. *J Sci Med Sport.* 2013 Sep;16(5):406-11. doi: 10.1016/j.jsams.2013.01.005. Epub 2013 Feb 21. PMID: 23434075.
29. Yamagata, K., Hoshino, J., Sugiyama, H., Hanafusa, N., Shibagaki, Y., Komatsu, Y., ... & Kohzuki, M. (2019). Clinical practice guideline for renal rehabilitation: systematic reviews and recommendations of exercise therapies in patients with kidney diseases. *Renal Replacement Therapy*, 5(1), 1-19.
30. Afsar B, Siriopol D, Aslan G, Eren OC, Dagele T, Kilic U, Kanbay A, Burlacu A, Covic A, Kanbay M. The impact of exercise on physical function, cardiovascular outcomes and quality of life in chronic kidney disease patients: a systematic review.

- Int Urol Nephrol. 2018 May;50(5):885-904. doi: 10.1007/s11255-018-1790-4. Epub 2018 Jan 17. PMID: 29344881.
31. Matsuzawa R, Hoshi K, Yoneki K, Harada M, Watanabe T, Shimoda T, Yamamoto S, Matsunaga A. Exercise Training in Elderly People Undergoing Hemodialysis: A Systematic Review and Meta-analysis. *Kidney Int Rep.* 2017 Jun 21;2(6):1096-1110. doi: 10.1016/j.ekir.2017.06.008. PMID: 29270518; PMCID: PMC5733833.
 32. Hoshino J. Renal Rehabilitation: Exercise Intervention and Nutritional Support in Dialysis Patients. *Nutrients.* 2021 Apr 24;13(5):1444. doi: 10.3390/nu13051444. PMID: 33923264; PMCID: PMC8145577.
 33. Kouidi E, Grekas D, Deligiannis A, Tourkantonis A. Outcomes of long-term exercise training in dialysis patients: comparison of two training programs. *Clin Nephrol.* 2004 May;61 Suppl 1:S31-8. PMID: 15233245.
 34. Kouidi E, Iacovides A, Iordanidis P, Vassiliou S, Deligiannis A, Ierodiakonou C, Tourkantonis A. Exercise renal rehabilitation program: psychosocial effects. *Nephron.* 1997;77(2):152-8. doi: 10.1159/000190266. PMID: 9346380.
 35. Miller BW, Cress CL, Johnson ME, Nichols DH, Schnitzler MA. Exercise during hemodialysis decreases the use of antihypertensive medications. *Am J Kidney Dis.* 2002 Apr;39(4):828-33. doi: 10.1053/ajkd.2002.32004. PMID: 11920350.
 36. Kong CH, Tattersall JE, Greenwood RN, Farrington K. The effect of exercise during haemodialysis on solute removal. *Nephrol Dial Transplant.* 1999 Dec;14(12):2927-31. doi: 10.1093/ndt/14.12.2927. PMID: 10570099.