



Neuroprotekcijna funkcja fińskiej sauny jako tarcza ochronna przed chorobą Alzheimerera

Neuroprotective function of Finnish sauna as a shield against Alzheimer's disease

Jakub Szczot^{1,A-F}, Nicola Joanna Stencel^{2,A-F}, Katarzyna Oktawia Skrzypczak^{3,B-C,E-F},
Magdalena Krala-Szkaradowska^{4,A,C,E-F}, Sebastian Krzysztof Stuczyński^{5,B-C,E-F}

¹ Oddział Endokrynologii, Diabetologii i Chorób Wewnętrznych, Dolnośląski Szpital Specjalistyczny im. T. Marciniaka – Centrum Medycyny Ratunkowej we Wrocławiu, Polska

² Dolnośląski Szpital Specjalistyczny im. T. Marciniaka – Centrum Medycyny Ratunkowej we Wrocławiu, Polska

³ Klinika Chorób Skórnych i Wenerycznych, Samodzielny Publiczny Szpital Kliniczny nr 1 im. prof. Tadeusza Sokołowskiego Pomorskiego Uniwersytetu Medycznego w Szczecinie, Polska

⁴ Poradnia Lekarza POZ dla Dorosłych, Miejskie Centrum Medyczne im. dr. Karola Jonschera, Łódź, Polska

⁵ Zakład Diagnostyki Obrazowej i Radiologii Interwencyjnej, Wielospecjalistyczny Szpital Wojewódzki w Gorzowie Wlkp. Sp. z o.o., Polska

A – Koncepcja i projekt badania, B – Gromadzenie i/lub zestawianie danych, C – Analiza i interpretacja danych, D – Napisanie artykułu, E – Krytyczne zrecenzowanie artykułu, F – Zatwierdzenie ostatecznej wersji artykułu

Szczot J, Stencel NJ, Skrzypczak KO, Krala-Szkaradowska M, Stuczyński SK. Neuroprotekcijna funkcja fińskiej sauny jako tarcza ochronna przed chorobą Alzheimerera. Med Srodow. 2024; 27(3): 120–126. doi: 10.26444/ms/192691

Streszczenie

Wprowadzenie i cel pracy. Kąpiel w saunie jako tradycja w fińskiej kulturze jest formą odpoczynku i regeneracji. Badania sugerują, że regularne korzystanie z sauny zmniejsza ryzyko wielu schorzeń, w tym choroby Alzheimerera (AD), będącej główną przyczyną demencji. Z uwagi na starzenie się populacji obserwowany jest globalny wzrost zachorowalności na AD, co szczególnie dotyka samych pacjentów, ich rodziny, a także instytucje zdrowia publicznego. Oszacowano, że można zapobiec od jednej trzeciej do połowy przypadków AD, co podkreśla znaczenie działań prewencyjnych. Celem niniejszej pracy jest przegląd aktualnej wiedzy na temat wpływu regularnych kąpeli w fińskiej saunie na ryzyko rozwoju AD.

Opis stanu wiedzy. Obecnie na AD cierpi ok. 55 mln osób na świecie, a prognozy wskazują, że do 2050 roku liczba ta osiągnie aż 152 mln. W 2020 roku koszty opieki nad pacjentami z AD w USA wyniosły 305 mld dolarów i szacuje się, że do 2050 roku osiągną 1,1 bln. WHO traktuje problem demencji jako priorytet w dziedzinie zdrowia publicznego. Liczne badania podkreślają, że kultura sauny przynosi wiele korzyści sprzyjających zdrowemu starzeniu, co przekłada się na wzrost jej popularności. Ponadto regularne sesje ciepłe mogą być prozdrowotnym czynnikiem wzmacniającym efekty pozytywnych nawyków np. aktywności fizycznej i stanowić dodatkową strategią zapobiegającą chorobom neurodegeneracyjnym, w tym AD.

Podsumowanie. Badania wskazują, że systematyczne korzystanie z sauny ma potencjał w prewencji AD. W odniesieniu do braku skutecznego leczenia oraz starzejącej się populacji istotne jest promowanie prozdrowotnych zachowań, które mogą zmniejszyć ryzyko rozwoju tego schorzenia. Przedstawione dane naukowe wyznaczają obiecujący kierunek dla dalszych badań klinicznych nad zmniejszeniem zachorowalności na AD.

Słowa kluczowe

demencja, choroba Alzheimerera, sauna fińska, choroba neurodegeneracyjna, korzyści zdrowotne

Abstract

Introduction and Objective: Sauna bathing, a tradition deeply embedded in Finnish culture, serves as a form of relaxation and rejuvenation. Research suggests that regular sauna use reduces the risk of various conditions, including Alzheimer's disease (AD), a primary cause of dementia. In view of the global aging of the population, there is a notable increase in the incidence of AD which significantly affects patients, their families, and public health institutions. It is estimated that between one-third and one-half of AD cases are preventable, highlighting the importance of preventive interventions. The aim of this study is to review the current knowledge on the effect of regular Finnish sauna bathing on the risk of developing AD.

Brief description of the state of knowledge Currently, approximately 55 mln people worldwide suffer from AD, with projections indicating this number will reach 152 mln by 2050. The costs of caring for AD patients in 2020 in the USA amounted to 305 billion, projected to rise to 1.1 trillion by 2050. WHO prioritizes dementia as a public health concern. Extensive research has highlighted that the sauna culture brings about many health benefits conducive to healthy aging, contributing to its increasing popularity. Furthermore, regular thermal sessions may serve as a health-promoting factor enhancing the effects of positive habits, such as physical activity, and could represent an additional strategy for the prevention of neurodegenerative diseases, including AD.

Summary Research indicates that regular sauna use has the potential in AD prevention. Considering the lack of effective treatment and the aging of the population, it is essential to promote pro-health behaviours that can reduce the risk of

developing this condition. The presented scientific data set a promising direction for further clinical research aimed at reducing AD incidence.

WPROWADZENIE I CEL PRACY

Kąpiel w saunie jest tradycją głęboko zakorzenioną w fińskiej kulturze i od tysięcy lat stanowi formę odpoczynku, relaksu i regeneracji. Ostatnie badania dostarczają coraz więcej dowodów, że regularne sesje ciepłe przynoszą liczne korzyści zdrowotne i zmniejszają ryzyko wielu chorób, w tym schorzeń neurodegeneracyjnych takich jak choroba Alzheimera (AD) [1, 2]. W wyniku globalnego starzenia się populacji zachorowalność na AD nieustannie wzrasta, a obciążenie związane z tą chorobą dotyka nie tylko samych pacjentów, ale także ich rodziny, opiekunów, ogół społeczeństwa i gospodarkę, stwarzając coraz większe problemy i wyzwania dla systemu zdrowia publicznego [3, 4]. Oszacowano, że można zapobiec od jednej trzeciej do połowy przypadków AD, dlatego należy zwrócić uwagę na modyfikowalne czynniki ryzyka oraz zachowania prozdrowotne, które mogą przyczynić się do zmniejszenia częstości występowania tego schorzenia [5].

Celem niniejszej pracy jest przegląd aktualnych doniesień naukowych na temat wpływu regularnego korzystania z sauny fińskiej na ryzyko rozwoju choroby Alzheimera.

METODY PRZEGLĄDU

W analizie uwzględniono badania opublikowane w języku angielskim. Przeszukano bazę danych PubMed/Medline i Google Scholar zgodnie z wytycznymi Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA). Materiały zbierano w okresie obejmującym miesiące od marca do czerwca 2024 roku. Ponad 50% cytowanych prac zostało opublikowanych od 2019 roku. Wykluczono badania koncentrujące się głównie na saunie parowej (o wysokiej wilgotności – powyżej 50%) i hydroterapii zanurzeniowej, ponadto odrzucono artykuły opisujące efekty częściowej hipertermii organizmu, ponieważ nie wiadomo, czy przynoszą one takie same skutki zdrowotne jak całościowe ogrzewanie ciała w saunie suchej. W przeglądzie uwzględniono badania, które oceniały ryzyko rozwoju AD i demencji u osób dorosłych regularnie korzystających z sauny fińskiej podczas ich wieloletniej obserwacji. Wyróżniono łącznie dwa prospektywne badania kohortowe spełniające powyższe kryteria. Ponadto w sposób systematyczny i kompleksowy przeszukano ww. internetowe bazy danych, analizując przeglądy systematyczne, randomizowane badania kontrolne, metaanalizy oraz badania kliniczne, które mogą tłumaczyć neuroprotekcjne mechanizmy działania sauny fińskiej. Artykułów wyszukiwano, wpisując słowa kluczowe oraz kombinacje następujących słów i pojęć: „sauna fińska”, „kąpiel w saunie”, „korzyści zdrowotne”, „sauna a choroba Alzheimera”, „choroba Alzheimera”, „czynniki ryzyka choroby Alzheimera”, „choroba neurodegeneracyjna”, „demencja”, „sauna a demencja”. Początkowo przeglądano tytuły, streszczenia, a następnie analizowano pełne treści. W przeglądzie uwzględniono łącznie 39 publikacji naukowych. Dane dotyczące korelacji pomiędzy kąpielami w saunie fińskiej a ryzykiem rozwoju AD i demencji oraz możliwych

Key words

dementia, Alzheimer disease, health benefits, Finnish sauna, neurodegenerative disease

mechanizmów neuroprotekcyjnych zostały wyodrębnione z powyższych artykułów.

OPIS STANU WIEDZY

Choroba Alzheimera

Choroba Alzheimera (AD) jest najczęstszą przyczyną demencji starczej na świecie i odpowiada za 60–80% wszystkich jej przypadków [6]. W związku z globalnym wzrostem udziału osób starszych w społeczeństwie oraz starzeniem się populacji częstość jej występowania stale rośnie [3]. Według aktualnych danych ok. 55 mln osób na świecie cierpi na AD, a prognozy wskazują, że do 2050 roku liczba ta wzrośnie do 152 mln. Zaobserwowano, że po 65. r.ż. liczba przypadków AD podwaja się co 5 lat, przy czym największy przyrost dotyczy państw rozwijających się. W krajach rozwiniętych 1 na 10 osób powyżej 65 r.ż. choruje na AD, natomiast w grupie powyżej 85 r.ż. objawy tej choroby wykazuje aż jedna trzecia osób [7, 8]. Badania populacyjne w krajach europejskich wykazały wzrost odsetka chorych na AD z 0,6% w przedziale wiekowym 65–69 lat do 22,2% wśród pacjentów powyżej 90 r.ż., co potwierdza globalne trendy w częstości występowania tego schorzenia [9].

AD charakteryzuje się postępującą utratą neuronów i synaps z towarzyszącym patologicznym zwyrodnieniem splotów neurofibrylarnych, u podłoża którego leżą płytki starcze powstające na skutek odkładania się toksycznych form amyloidu- β ($A\beta$), hiperfosforylowanego białka tau, apolipoproteiny E i prezeniliny, a wśród molekularnych mechanizmów neurodegeneracji wymienia się apoptozę, stres oksydacyjny, zapalenie oraz aktywację immunologiczną. Obumieranie neuronów obserwowane jest szczególnie w hipokampie i korze mózgowej [10, 11].

Choroba ta klinicznie manifestuje się pogorszeniem pamięci i funkcji poznawczych, które prowadzą do stopniowej utraty zdolności rozumienia, abstrakcyjnego myślenia, komunikacji i pamięci. Pomimo że po raz pierwszy została opisana ponad 100 lat temu, wciąż nie istnieje skuteczna metoda leczenia choroby Alzheimera, dlatego szczególnie nacisk kładzie się na jej prewencję [12, 13].

Etiologia AD jest wieloczynnikowa, a główne niemodyfikowalne predyktory jej rozwoju obejmują starszy wiek, płeć żeńską, tło genetyczne i historię rodzinną. Czynniki genetyczne odpowiadają za ok. 70% zachorowań, przy czym obecność genu APOE- $\epsilon 4$ znacząco zwiększa ryzyko późnej demencji. Prawie 1% osób rozwija otępienie typu alzheimerskiego na podłożu mutacji w jednym z trzech określonych genów: białka prekursorowego amyloidu (APP), białek prezeniliny 1 (PSEN 1) i prezeniliny 2 (PSEN 2). Wówczas objawy schorzenia mogą pojawić się przed 65 r.ż., a nawet przed 3. dekadą (AD o wczesnym początku). Dodatni wywiad rodzinny, zwłaszcza wśród krewnych I stopnia, również zwiększa ryzyko zachorowania [14–16].

Do pozostałych czynników sprzyjających rozwojowi AD należą: choroby naczyniowe, nadciśnienie tętnicze (HA), cukrzyca, hipercholesterolemia, podwyższony wskaźnik

masy ciała (BMI, *body mass index*), palenie tytoniu, spożywanie alkoholu, zaburzenia snu, urazy mózgu, infekcje (wirusowe i bakteryjne) i czynniki środowiskowe (m.in. ekspozycja na ołów, kadm, glin), ponadto ryzyko rozwoju tej choroby jest wyższe w przypadku depresji, u osób o niskim statusie społeczno-ekonomicznym (ang. *socioeconomic status*, SES) oraz doświadczających izolacji społecznej. Do czynników protekcyjnych zalicza się regularną aktywność fizyczną, unikanie palenia tytoniu i nadmiernego spożywania alkoholu, utrzymywanie prawidłowej masy ciała, zdrową dietę (śródziemnomorska, DASH, MIND), nieprzerwaną edukację i aktywność społeczną [4, 5, 8, 14].

Obecnie WHO (World Health Organization) traktuje zapobieganie demencji jako priorytet w dziedzinie zdrowia publicznego. Choroba ta stanowi główny powód niepełnosprawności i zależności opiekuńczej osób starszych, a jej skutki są wyraźnie widoczne na płaszczyźnie społecznej i ekonomicznej. Związane z nią obciążenie dotyka zarówno samych pacjentów, jak i ich rodziny, opiekunów oraz całe społeczeństwo [8].

Osoby powyżej 65 r.ż. przeżywają średnio 4–8 lat od momentu postawienia diagnozy AD, a niektórzy mogą żyć z tym schorzeniem nawet 2 dekady, co skutkuje koniecznością zapewnienia pacjentom ścisłej opieki przez długi czas [8, 14]. Szacuje się, że w 2020 roku koszty związane z opieką i leczeniem pacjentów z AD w USA wyniosły 305 mld dolarów, a prognozy wskazują, że do roku 2050 wzrosną do ponad 1,1 bln [6]. Zważając na fakt, że AD jest nieuleczalna i śmiertelna oraz stanowi znaczne obciążenie dla społeczeństwa i systemów opieki zdrowotnej, a liczba jej przypadków stale rośnie, poszukiwanie metod zapobiegania, spowalniania oraz skutecznego leczenia tej choroby i innych demencji stanowi najwyższy priorytet dla ośrodków badawczych na całym świecie [14].

Sauna fińska

Korzystanie z gorących kąpiele to oczyszczająca i lecznicza praktyka znana od starożytności i obecna od tysięcy lat w wielu kulturach. W obecnych czasach istnieją liczne jej odmiany, spośród których sauna fińska jest najpopularniejsza a jej wpływ na zdrowie jest szeroko badany. Kąpiel w saunie, będąca integralną częścią fińskiej kultury, jest jedną z metod pasywnej terapii cieplnej i służy celom rekreacyjnym, relaksacyjnym oraz zdrowotnym [1].

Termin „sauna” wywodzi się z języka fińskiego i oznacza pomieszczenie – komorę wyłożoną świerkową lub sosnową boazerią, z drewnianymi ławkami. Tradycyjnie sauny ogrzewano drewnem (i jest to wciąż praktykowane w wiejskich rejonach Finlandii), jednak obecnie w większości używa się elektrycznych grzejników lub promienników podczerwieni [2]. Korzystanie z sauny fińskiej polega na krótkotrwałej ekspozycji organizmu na gorące, suche powietrze o temp. 80–100°C i wilgotności 10–20%, którą można zwiększać poprzez polewanie wodą rozgrzanych kamieni pieca [1, 17]. Kąpiel obejmuje zwykle 1–3 sesje ogrzewania, przy czym pojedyncza to pobyt trwający zwykle 5–20 min, przerywany okresami schładzania poprzez zimne prysznice lub pływanie w basenie; czas przebywania w komorze determinowany jest przez temperaturę i komfort użytkownika. Warto podkreślić, iż Finowie korzystają z niej przynajmniej raz w tygodniu, natomiast średnia częstotliwość wynosi 2–3 sesje tygodniowo [1, 2].

Coraz więcej badań wskazuje, że systematyczne korzystanie z sauny przynosi istotne korzyści zdrowotne, które

wykraczają poza jej zastosowanie rekreacyjne i relaksacyjne. W efekcie wraz z rozwojem globalnego rynku i rosnącą świadomością zalet kultury sauny, jej popularność w ostatnich latach znacznie wzrosła [18]. Dotychczas wykazano korzystny wpływ sauny fińskiej na obniżenie ryzyka chorób układu krążenia, oddechowego, poprawę wydolności fizycznej oraz łagodzenie objawów schorzeń mięśniowo-szkieletowych. Jednocześnie według licznych doniesień medycznych regularne kąpiele w saunie mogą być dodatkową strategią zapobiegającą rozwojowi chorób neurodegeneracyjnych, w tym AD [19, 20].

Fizjologiczne reakcje organizmu na stres cieplny

Krótkotrwałe, intensywne narażenie organizmu na wysoką temperaturę wywołuje stres cieplny, szczególnie wpływając na skórę oraz układ sercowo-naczyniowy. Początkowo powłoki ciała nagrzewają się do 40°C, po czym temperatura głęboka stopniowo narasta i osiąga wartość ok. 39°C. Bodziec ten aktywuje ośrodki termoregulacyjne podwzgórze, prowadząc do pobudzenia układu współczulnego, osi hormonalnej podwzgórze–przysadka–nadnercza i układu renina–angiotensyna–aldosteron. W rezultacie zwiększa się skórny przepływ krwi, co nasila proces pocenia się oraz zapobiega dalszemu nadmiernemu wzrostowi temperatury ustroju, wspomagając utrzymanie homeostazy [2, 21].

Przystosowawczą reakcją układu krążenia na ciepło jest wzrost akcji serca i pojemności minutowej przy niezmiennych objętości wyrzutowej, ponadto obserwowane jest zmniejszenie obwodowego oporu naczyniowego oraz powiązany z nim spadek rozkurczowego ciśnienia tętniczego krwi. W przypadku osób starszych stwierdzone jest również zmniejszenie wartości skurczowej, które przypuszczalnie wynika z osłabienia mechanizmów kompensacyjnych związanych z wiekiem. Udokumentowano, że regularne kąpiele ciepłe prowadzą do korzystnych adaptacji naczyniowych, obejmujących większą podatność naczyń krwionośnych, zmniejszenie wskaźnika sztywności tętnic i grubości błony wewnętrznej tętnicy szyjnej, poprawę mikrokrążenia oraz wzrost wytwarzania śród-błonkowego tlenu azotu, co poprawia mózgowy przepływ krwi (ang. *cerebral blood flow*, CBF) [22, 23].

Wśród molekularnych mechanizmów ochronnych przed stresem cieplnym wymienia się zwiększoną ekspresję białek szoku cieplnego (ang. *heat shock proteins*, HSP), regulatorów transkrypcji oraz czynników pro- i przeciwzapalnych. HSP należą do klasy białek wrażliwych na stres, a ich ekspresja znacząco wzrasta pod wpływem wysokich temperatur. Badania wykazały, że ich wewnątrzkomórkowe poziomy zwiększają się zarówno po adaptacji termicznej związanej z wysiłkiem fizycznym, jak i po biernej terapii cieplnej. Jako białka opiekuńcze odgrywają kluczową rolę we wzroście komórek, ich naprawie i ochronie przed uszkodzeniami oraz w procesach komórkowych, takich jak sygnalizacja, regulacja cyklu komórkowego i utrzymanie homeostazy proteomów. Warto podkreślić, że utrata integralności proteomu jest charakterystyczna dla procesu starzenia, a zaburzenia struktury białek są powszechne w schorzeniach neurodegeneracyjnych. Wzmocniona ekspresja HSP zapobiega uszkodzeniom i agregacji polipeptydów poprzez ich naprawę oraz usuwanie zdenaturowanych protein, a ich podwyższone stężenie utrzymuje się dłużej i pojawia się szybciej u osób przystosowanych do ciepła, co sprzyja ochronnym adaptacjom komórek i zwiększa tolerancję organizmu na wysokie temperatury [21, 22, 24, 25].

Ponadto u osób regularnie korzystających z sauny zaobserwowano zwiększoną ekspresję transkrypcyjnego czynnika Nrf-2 (ang. *nuclear factor erythroid 2-related factor 2*), który jest kluczowym regulatorem odpowiedzi komórek na stres oksydacyjny. Aktywuje on liczne geny o funkcjach cytoprotekcyjnych, przeciwutleniających i przeciwzapalnych, co ogranicza szkodliwy wpływ wolnych rodników będących przyczyną wielu przewlekłych chorób związanych z wiekiem [2].

Wykazano również, że osoby regularnie korzystające z sauny mają niższe stężenie białka C-reaktywnego (CRP) w surowicy oraz zwiększoną produkcję silnie przeciwzapalnej interleukiny-10 (IL-10), co sugeruje ogólnoustrojowy efekt redukujący stan zapalny. Ma to szczególne znaczenie w odniesieniu do choroby Alzheimera, w której zapalenie układu nerwowego obejmujące aktywację mikrogleju i wzrost cytokin prozapalnych w mózgu uznaje się za składową patologii choroby, przyczyniającą się do pogorszenia funkcji poznawczych i postępu neurodegeneracji [2, 16, 26].

Stres cieplny podobnie jak ćwiczenia fizyczne stymuluje wydzielanie neurotroficznego czynnika pochodzenia mózgowego (BDNF), który wspiera neurogenezę i tworzenie nowych połączeń synaptycznych, działając głównie w hipokampie, korze mózgowej, mózdzku, odpowiedzialnych za uczenie się, pamięć długotrwałą oraz funkcje wykonawcze [27, 28].

Regularne kąpiele w saunie fińskiej a ryzyko AD

Istotne dowody wskazują, że akumulacja amyloidu rozpoczyna się 15–20 lat przed pojawieniem się zaburzeń funkcji poznawczych, czyli w bezobjawowym stadium AD, co podkreśla znaczenie wczesnego wdrażania korzystnych zachowań zdrowotnych, które mogą zmniejszyć ryzyko jej rozwoju [15].

Czynnikiem chroniącym przed zachorowaniem na schorzenia neurodegeneracyjne, w tym AD, są regularne kąpiele w saunie fińskiej [19]. Obiecujące wyniki uzyskano w prospektywnym fińskim badaniu Kuopio Ischemic Heart Disease Risk Factor Study (KIDH), które wykazało silną odwrotną zależność między częstotliwością kąpiei w saunie a ryzykiem demencji i AD, niezależnie od znanych czynników ryzyka. Populację 2315 mężczyzn w wieku 42–60 lat, którzy regularnie korzystali z sauny, obserwowano przez medianę czasu, wynoszącą 20,7 lat, monitorując coroczne przypadki demencji i AD w tej grupie. Wśród uczestników 601 osób korzystało z sauny raz w tygodniu, 1513 osób 2–3 razy w tygodniu, a 200 mężczyzn 4–7 razy tygodniowo. Liczba przypadków demencji w tych grupach wyniosła odpowiednio 59 (10%), 137 (9%) i 8 (4%), natomiast potwierdzonych zachorowań na AD było kolejno: 34 (6%), 84 (6%) i 5 (3%). W porównaniu do mężczyzn korzystających z sauny raz w tygodniu współczynnik ryzyka (*hazard ratio*, HR) demencji dla tygodniowej częstotliwości 2–3 sesji w saunie wyniósł 0,77 (95% CI 0,57–1,04; $p = 0,090$), a przy 4–7 sesjach odpowiadał wartości 0,38 (95% CI 0,18–0,80; $p = 0,011$). Wartość HR dla AD osiągnęła odpowiednio 0,80 (95%CI 0,54–1,2; $p = 0,278$) oraz 0,41 (95%CI 0,16–1,07; $p = 0,069$). Po uwzględnieniu dodatkowych czynników wykazano, że uczestnicy deklarujący korzystanie z sauny 4–7 razy w tygodniu mieli niższe ryzyko wystąpienia demencji i AD odpowiednio o 66% i 65% w porównaniu z tymi, którzy korzystali z sauny raz w tygodniu [19]. Wyniki powyższego badania przedstawiono w tab. 1.

Knekt i wsp. również badali korelację pomiędzy regularnymi kąpielami w saunie a późniejszym ryzykiem demencji.

Tabela 1. Ryzyko demencji i choroby Alzheimera a częstotliwość korzystania z sauny

Częstotliwość korzystania z sauny	HR (95% CI)	Ryzyko demencji	Wartość p	Ryzyko AD	Wartość p
1 raz/tydzień	HR _a	1,00	-	1,00	-
	HR _b	1,00	-	1,00	-
2-3 razy/tydzień	HR _a	0,77 (0,57–1,04)	0,090	0,80 (0,54–1,20)	0,278
	HR _b	0,78 (0,57–1,06)	0,109	0,80 (0,53–1,20)	0,278
4-7 razy/tydzień	HR _a	0,38 (0,18–0,80)	0,011	0,41 (0,16–1,07)	0,069
	HR _b	0,34 (0,16–0,71)	0,004	0,35 (0,14–0,90)	0,030

Źródło: Opracowanie własne na podstawie Laukkanen i wsp. [19]

HR_a – Współczynnik ryzyka skorygowany o wiek

HR_b – Współczynnik ryzyka skorygowany wieloma zmiennymi (wiek, BMI, skurczowe ciśnienie tętnicze, stężenie cholesterolu LDL, palenie papierosów, spożywanie alkoholu, przebyty zawał serca, cukrzyca typu II, spoczynkowa czynność serca)

AD – choroba Alzheimera

Podczas 39-letniej obserwacji łącznie 13 994 mężczyzn i kobiet w wieku 30–69 lat stwierdzili, że częstotliwość korzystania z sauny była najważniejszym czynnikiem predykcyjnym demencji spośród innych branych pod uwagę nawyków związanych z jej użytkowaniem, a częste sesje wiązały się z obniżonym ryzykiem otępienia. W pierwszych 20 latach badania u osób zażywających kąpiei w saunie 9–12 razy w miesiącu (ok. 3 razy/tydzień) w porównaniu do tych, którzy nie korzystali z niej wcale lub użytkowali na poziomie mniejszym niż 4 razy w miesiącu, HR demencji wyniósł 0,47 (95%CI 0,25–0,88), natomiast w całym okresie obserwacji osiągnął wartość 0,81 (95%CI 0,69–0,97). Wyniki powyższego badania zawarto w tab. 2. Warto podkreślić, iż wskazana najkorzystniejsza temperatura w saunie zapewniająca działanie neuroprotekcjne to 80–99°C, natomiast przekraczająca 100°C wiązała się z dwukrotnie wyższym ryzykiem otępienia (HR 2,04; 95%CI 1,32–3,15) względem kąpiei w 80°C. Wyniki wskazują, że u osób uczęszczających na ok. 3 sesje sauny tygodniowo (1 sesja trwająca 5–15 min) występuje o połowę niższe ryzyko rozwoju demencji w porównaniu do korzystających z niej maksymalnie 4 razy w miesiącu, przy czym konieczne jest unikanie zbyt wysokich temperatur w komorze. Tym samym potwierdzono hipotezę, że częste i regularne kąpiele w saunie fińskiej mogą stanowić czynnik ochronny przed demencją, co było zgodne z wcześniejszymi wynikami badania KIDH [17].

Uwzględniając przedstawione wyniki największe korzyści zdrowotne w aspekcie neuroprotekcji zapewnia stosowanie 3–7 sesji kąpiei ciepłych tygodniowo, co może istotnie poprawić ogólny stan zdrowia, sprzyjać zdrowemu starzeniu oraz długowieczności [1].

Tabela 2. Ryzyko demencji a częstotliwość korzystania z sauny

Częstotliwość korzystania z sauny	HR (95% CI)	Ryzyko demencji
0-4 razy w miesiącu	HR _a	1,00
	HR _b	1,00
5-8 razy w miesiącu	HR _a	0,97 (0,87–1,07)
	HR _b	1,01 (0,90–1,11)
9-12 razy w miesiącu	HR _a	0,76 (0,64–0,90)
	HR _b	0,81 (0,69–0,97)
13-30 razy w miesiącu	HR _a	0,90 (0,62–1,30)
	HR _b	0,91 (0,62–1,33)

Źródło: Opracowanie własne na podstawie Knekt i wsp. [17]

HR_a – Współczynnik ryzyka skorygowany o płeć i wiek

HR_b – Współczynnik ryzyka skorygowany wieloma zmiennymi (płeć, wiek, stopień edukacji, status małżeński, region zamieszkania, aktywność fizyczna w czasie wolnym, palenie papierosów, spożywanie alkoholu, BMI, ciśnienie tętnicze krwi, glikemia na czczo, stężenie trójglicerydów i cholesterolu całkowitego w surowicy)

Rola sauny fińskiej w redukcji ryzyka AD

Regularne korzystanie z sauny fińskiej poprzez bierne ogrzewanie ciała jest uważane za czynnik neuroprotekcyny, choć dokładne mechanizmy tego zjawiska nie są w pełni poznane i wymagają dalszych badań. Terapia cieplna pozytywnie wpływa na układ nerwowy, wywołując zmiany fizjologiczne,

metaboliczne i komórkowe, oraz wzmacnia korzystne efekty zdrowych nawyków i łagodzi negatywne skutki innych czynników ryzyka [1, 17].

Powtarzająca się ekspozycja na wysoką temperaturę zwiększa poziom HSP, które chronią komórki nerwowe przed nieprawidłowym fałdowaniem i agregacją białek typowych dla AD (blaszek amyloidowych, splątków neurofibrylarnych białka tau). Z kolei zwiększona ekspresja Nrf2 oraz wzrost poziomu BDNF mogą skutecznie hamować postęp neurodegeneracji i rozwój demencji [1, 2, 23].

Naukowe doniesienia sugerują, że patologie naczyniowe i nadciśnienie tętnicze, które powodują pogorszenie CBF oraz prowadzą do dysfunkcji bariery krew–mózg, przyczyniają się do rozwoju i postępu chorób neurodegeneracyjnych, w tym AD [29]. Regularne kąpiele w saunie sprzyjają adaptacjom naczyniowym, takim jak poprawa podatności tętnic, wzrost rozszerzalności zależnej od przepływu oraz zmniejszenie wskaźnika sztywności tętnic, czego efektem jest obniżenie ciśnienia tętniczego. Ponadto regularna ekspozycja na ciepło zmniejsza rozrost błony wewnętrznej tętnicy szyjnej, co powiązано bezpośrednio z poprawą perfuzji mózgowej i funkcjonowania bariery krew–mózg [23, 30]. Zaccardi i wsp. przeprowadzili analizę, która wykazała, że u mężczyzn korzystających z sauny 2–3 razy w tygodniu ryzyko rozwoju HA jest o 24% mniejsze, zaś u tych, którzy korzystają z niej 4–7 razy tygodniowo – o 46% mniejsze w porównaniu z tymi, którzy korzystają z niej jedynie raz w tygodniu [5, 31]. Tym samym podkreśla się, że zmiany adaptacyjne układu naczyniowego wynikające z regularnej ekspozycji cieplnej mogą wpłynąć na opóźnienie lub zapobieganie rozwojowi AD [23].

Wpływ kąpiele w saunie na metabolizm organizmu może być kolejnym potencjalnym mechanizmem chroniącym przed demencją, zwłaszcza że cukrzyca, insulinooporność, otyłość i dyslipidemia są powiązane z wyższym ryzykiem AD [5, 23]. Ely i wsp. przeprowadzili badanie, które dowiodło, że skutkiem 8-tygodniowej terapii cieplnej było istotne obniżenie stężenia glukozy na czczo i poprawa wyników w dostnym teście obciążenia glukozą oraz zwiększenie wrażliwości na insulinę, ponadto stężenie cholesterolu całkowitego uległo zmniejszeniu a w efekcie poprawiły się wskaźniki metaboliczne u otyłych kobiet z zespołem policystycznych jajników [32]. W dwóch innych badaniach przeprowadzonych na zdrowych i młodych osobach zaobserwowano obniżenie poziomu cholesterolu całkowitego i LDL (lipoprotein o niskiej gęstości) zarówno u mężczyzn po 10 sesjach kąpiele w saunie fińskiej (45-minutowe sesje), jak i u kobiet poddanych 7 regularnym 30-minutowym sesjom [33, 34].

Dowiedziano, że częste problemy ze snem mogą zwiększać ryzyko wystąpienia demencji, a bezsenność sprzyja rozwojowi AD. Hahn i wsp. przez 9 lat prowadzili badanie, na podstawie którego stwierdzili, że skrócenie długości snu o co najmniej 2 godz. w porównaniu z wcześniejszym normatywnym czasem aż dwukrotnie zwiększało ryzyko AD (HR 2,01; 95%CI 1,12–3,61; $p = 0,019$) [17, 35, 36]. Sugeruje się również, że chroniczny stres jest istotnym środowiskowym czynnikiem ryzyka otępienia oraz może sprzyjać zaburzeniom cyklu snu [37]. Pasywne ogrzewanie ciała korzystnie wpływa na jego jakość, a regularne kąpiele w saunie są wymieniane jako praktyka ułatwiająca zasypianie, redukująca stres, poprawiająca samopoczucie i nastrój oraz dodatkowo wzmacniająca interakcje społeczne [17, 38].

Związek między depresją a demencją jest złożony, a badania wskazują, że depresja w późnym wieku zwiększa ryzyko

zaburzeń poznawczych, demencji i AD. Sugeruje się również, że osoby, które zachorowały na nią na wczesnym etapie życia mają większe prawdopodobieństwo rozwinięcia AD. Doniesienia te niosą istotne implikacje dla zdrowia publicznego, ponieważ budzą nadzieję, że zapobieganie i leczenie depresji może zmniejszyć ryzyko demencji w starszym wieku [39, 40]. Obiecującą nefarmakologiczną strategią, która łagodzi objawy depresyjne jest korzystanie z sauny. Masuda i wsp. przeprowadzili badanie z udziałem 28 uczestników ze zdiagnozowaną łagodną depresją i zaobserwowali, że grupa poddana regularnym 15-minutowym sesjom w suchej saunie przez 4 tygodnie (łącznie 20 sesji) doświadczyła zmniejszenia objawów choroby w porównaniu do grupy kontrolnej [41]. W 6-tygodniowym randomizowanym badaniu z udziałem 30 dorosłych ze zdiagnozowaną depresją Janssen i wsp. oceniali wpływ przeciwdepresyjny pojedynczej sesji hipertermii. Uczestnicy, którzy zostali poddani terapii, podczas której temperatura ich ciała wzrosła do 38,5°C, doświadczyli zredukowania objawów choroby. Efekt ten był zauważalny już po tygodniu od leczenia i utrzymywał się przez 6 tygodni od zakończenia sesji [42]. Wyniki przedstawionych badań wskazują, że kąpiele w saunie mogą skutecznie łagodzić symptomy depresji, co podkreśla ich potencjał w redukcji ryzyka chorób neurodegeneracyjnych, w tym AD.

Zgromadzone dane naukowe dotyczące wpływu metali na ryzyko rozwoju choroby Alzheimera potwierdzają, że niektóre z nich mogą stanowić istotne czynniki jej ryzyka. Wykazano, że glin, ołów i kadm uczestniczą w procesach neuropatologicznych, które sprzyjają nieprawidłowemu fałdowaniu białek, akumulacji A β i białka tau, co przyczynia się do rozwoju i progresji choroby [4]. Regularne korzystanie z sauny, które indukuje intensywne pocenie i eliminację metali z ustroju, może chronić przed demencją poprzez usuwanie toksycznych pierwiastków [2].

Aktywność fizyczna jest udokumentowanym czynnikiem chroniącym przed AD, a ćwiczenia aerobowe mogą wspierać neuroplastyczność i łagodzić zmiany patologiczne mózgu [5]. Badanie przeprowadzone przez Laurin i wsp. wykazało, że u osób o wysokim poziomie aktywności fizycznej występuje istotnie mniejsze ryzyko wystąpienia zaburzeń poznawczych (iloraz szans OR 0,58; 95%CI 0,41–0,83; $p < 0,001$), AD (OR 0,50; 95%CI 0,28–0,90; $p = 0,02$) oraz każdej postaci demencji (OR 0,63; 95%CI 0,40–0,98; $p = 0,04$) w porównaniu z osobami nieaktywnymi fizycznie [43]. Warto zauważyć, że wiele fizjologicznych zmian zachodzących w ustroju podczas sesji w saunie jest podobnych do wywołanych przez ćwiczenia aerobowe a osobom, które nie mogą podejmować aktywności fizycznej z powodu ograniczeń ruchowych lub chorób przewlekłych, zaleca się saunę jako alternatywę dla wysiłku fizycznego. W związku z tym przypuszcza się, że regularne korzystanie z sauny fińskiej może być obiecującą strategią zapobiegania rozwojowi AD. Badania wskazują, że częste kąpiele w saunie w połączeniu z innymi zdrowymi nawykami, takimi jak aktywność fizyczna, wywierają efekt synergistyczny, który zapewnia skuteczniejszą ochronę układu sercowo-naczyniowego oraz neurologiczną, co pozwala osiągać większe korzyści zdrowotne niż przy stosowaniu tych metod oddzielnie [1].

Podkreśla się, że częste przebywanie w saunie może łagodzić negatywne skutki innych czynników ryzyka AD, takich jak niski status społeczno-ekonomiczny oraz przewlekły stan zapalny. Istnieje silny związek między niższym SES a niekorzystnymi konsekwencjami zdrowotnymi, w tym

chorobami układu krążenia i wyższą ogólną śmiertelnością. Jedna z analiz wykazała niższe ryzyko zgonu z dowolnej przyczyny u mężczyzn z niskim SES, którzy często (3 lub więcej razy w tygodniu) korzystają z kąpeli ciepłych (HR 1,07; 95%CI 0,89–1,29; $p = 0,47$) względem mężczyzn z niskim SES rzadziej (2 lub mniej sesji tygodniowo) korzystających z sauny (HR 1,35; 95%CI 1,20–1,51; $p < 0,001$) [5, 44].

Ocena korelacji między stanem zapalnym (mierzonym stężeniem CRP), kąpielą w saunie oraz śmiertelnością z dowolnej przyczyny pokazała, że mężczyźni z podwyższonym poziomem CRP (> 3 mg/L) rzadko korzystający z sauny mają zwiększone ryzyko zgonu, które zostało obniżone poprzez częste kąpiele ciepłe [45]. Na podstawie przedstawionych doniesień można przypuszczać, że systematyczne sesje termiczne mogą równoważyć zwiększone ryzyko rozwoju AD spowodowane niskim SES lub stanem zapalnym układu nerwowego.

Ryzyko związane z sauną

Chociaż liczne badania podkreślają zalety regularnego korzystania z sauny, nie można wykluczyć, że intensywne bierne ogrzewanie ciała może wywołać negatywne skutki zdrowotne. Ekspozycja na ciepło ma zauważalny wpływ na jakość nasienia i płodność mężczyzn, przy czym efekty te są odwracalne. Garolla i wsp. zaobserwowali spadek liczby i ruchliwości plemników w badaniu z udziałem 10 mężczyzn poddanych 15-minutowym sesjom w saunie z częstotścią 2 kąpeli ciepłych na tydzień przez 3 miesiące, jednakże stwierdzone nieprawidłowości powróciły do normy po pół roku od zaprzestania terapii ciepłej [46].

W odniesieniu do kobiet w ciąży przyjęty próg temperatury głębokiej ciała, który może wywoływać efekt teratogeny, to $39,0^{\circ}\text{C}$. Ravanelli i wsp. w przeprowadzonym przeglądzie systematycznym wykazali, że najwyższa średnia temperatura ciała ustroju ciężarnych korzystających z sauny wyniosła $37,6^{\circ}\text{C}$, a tym samym wyniosli, że kąpiele w saunie o niskiej wilgotności (70°C , 15% wilgotności względnej) przez maksymalnie 20 min nie podnoszą temperatury do poziomu, który indukuje efekt teratogeny [47].

Kąpiel w saunie jest powszechnie uważana za bezpieczną i dobrze tolerowaną przez osoby w każdym wieku, jednakże niewłaściwe korzystanie z sauny może stanowić zagrożenie dla zdrowia. Silny stres cieplny na skutek kąpeli w bardzo wysokich temperaturach może prowadzić do krótkotrwałego obniżenia CBF, skutkującego m.in. omdleniami i upadkami. U młodych osób efekty te są równoważone reakcjami kompensacyjnymi ze strony układu krążenia, nerwowego oraz metabolicznymi, natomiast starsza populacja i grupy osób z upośledzoną termoregulacją, charakteryzujące się mniejszą wydolnością mechanizmów adaptacyjnych, są szczególnie podatne na takie zagrożenia, dlatego istotne jest, aby, korzystając z sauny, unikać ekspozycji na temperaturę przekraczającą 100°C [17].

Długotrwałe przebywanie w saunie lub stosowanie nadmiernie wysokiej temperatury może prowadzić do oparzeń parowych skóry, choć nie są one często obserwowane [48]. Retrospektywna analiza ponad 200 obrażeń, do których doszło w saunie w ciągu 15 lat, ukazała, iż oparzenia stanowiły jedynie 1,5%. Głównymi przyczynami urazów są poślizgnięcia na mokrej nawierzchni, a zawroty głowy i utrata przytomności są drugą najczęstszą przyczyną uszkodzeń ciała, najprawdopodobniej wynikającą z nietolerancji wysokiej temperatury (przy czym organizm został poddany jej

działaniu z powodu przecenienia przez daną osobę własnych możliwości w zakresie długości pobytu w saunie oraz utraty płynów). Odpowiednie nawodnienie przed i po sesji w saunie wraz z uzupełnieniem składników mineralnych (sód, potas, magnez, chlorki, wapń) są kluczowe dla utrzymania równowagi wodno-elektrolitowej ustroju, ponadto dostosowanie czasu trwania sesji do własnego komfortu, unikanie spożywania alkoholu oraz noszenie obuwia antypoślizgowego stanowi podstawę bezpiecznych kąpeli ciepłych i pozwala zapobiec upadkom, niedociśnieniu i odwodnieniu, które stwarzają niebezpieczeństwo dla zdrowia, a nawet życia [2, 18].

W literaturze medycznej odnotowano sporadyczne przypadki negatywne skutki kąpeli w saunie, takie jak zapalenie płuc, udar cieplny, rhabdomyoliza, podrażnienie oczu oraz śmierć. Retrospektywne badanie przeprowadzone na fińskiej populacji wykazało, że roczny wskaźnik zgonów w saunie wyniósł 2 na 100 tys. mieszkańców. Blisko połowę tych przypadków (51%) uznano za zgony naturalne, a tylko jedna czwarta była związana z narażeniem na ciepło. Dodatkowo 50% wszystkich przypadków śmiertelnych dotyczyło osób będących pod wpływem alkoholu. Dane te wskazują, że śmierć w saunie jest rzadkim zjawiskiem, a działania prewencyjne powinny koncentrować się na unikaniu spożywania napojów wysokoprotentowych [21, 49].

Wśród przeciwwskazań do korzystania z sauny wymienia się: niedociśnienie, niedawno przebyty zawał mięśnia sercowego, niestabilną dławicę piersiową, ciężkie zwężenie aorty, zaburzenia termoregulacji (urazy rdzenia kręgowego i zaburzenia neurologiczne) oraz spożywanie alkoholu, ponadto szczególną ostrożność powinny zachować osoby chorujące na niewydolność serca i arytmie. Zalecane jest, aby pacjenci z ostrymi stanami gorączkowymi unikali sauny do czasu ustabilizowania stanu zdrowia [2]. Przez wiele lat uważano, że korzystanie z kąpeli ciepłych jest przeciwwskazane u osób z chorobami układu krążenia, jednak aktualnie przeprowadzone badania wskazują, że pacjenci z nadciśnieniem tętniczym, przewlekłym zespołem wieńcowym lub po zawale mięśnia sercowego, których stan zdrowia jest stabilny, mogą korzystać z sauny bez nadmiernego ryzyka [50].

PODSUMOWANIE

Korzystanie z sauny przynosi liczne korzyści zdrowotne, a dostępne badania wskazują na jej potencjał w prewencji AD. Jest ona uznawana za bezpieczną praktykę dla zdrowych dorosłych, a z uwagi na spójność dowodów potwierdzających walory jej stosowania warto rozważyć promowanie sauny w szerszej populacji. Regularne sesje ciepłe, szczególnie w połączeniu z aktywnością fizyczną, mogą być bramą do zmiany nawyków zdrowotnych. Uwzględniając brak skutecznego leczenia AD, starzenie się populacji oraz przewidywaną eskalację obciążenia społeczeństwa i instytucji zdrowia publicznego opieką nad chorymi, należy stwierdzić, iż istotne jest promowanie prozdrowotnych zachowań mogących zmniejszyć ryzyko rozwoju tego schorzenia. Przedstawione dane naukowe wyznaczają obiecujący kierunek dla dalszych badań klinicznych nad AD, które mogłyby przyczynić się do ograniczenia zachorowalności na tę chorobę.

PIŚMIENICTWO

1. Kunutsor SK, Laukkanen JA. Does the Combination of Finnish Sauna Bathing and Other Lifestyle Factors Confer Additional Health Benefits? A Review of the Evidence. *Mayo Clin Proc.* 2023;98(6):915–926. doi:10.1016/j.mayocp.2023.01.008
2. Patrick RP, Johnson TL. Sauna use as a lifestyle practice to extend healthspan. *Exp Gerontol.* 2021;154:111509. doi:10.1016/j.exger.2021.111509
3. Weller J, Budson A. Current understanding of Alzheimer's disease diagnosis and treatment. *F1000Res.* 2018;7:1161. doi:10.12688/f1000research.14506.1
4. Breijyeh Z, Karaman R. Comprehensive Review on Alzheimer's Disease: Causes and Treatment. *Molecules.* 2020;25(24):5789. doi:10.3390/molecules25245789
5. Serrano-Pozo A, Growdon JH. Is Alzheimer's Disease Risk Modifiable? *J Alzheimers Dis.* 2019;67(3):795–819. doi:10.3233/JAD181028
6. Blanton H, Reddy PH, Benamar K. Chronic pain in Alzheimer's disease: Endocannabinoid system. *Exp Neurol.* 2023;360:114287. doi:10.1016/j.expneurol.2022.114287
7. Twarowski B, Herbet M. Inflammatory Processes in Alzheimer's Disease—Pathomechanism, Diagnosis and Treatment: A Review. *Int J Mol Sci.* 2023;24(7): 6518. doi:10.3390/ijms24076518
8. Elonheimo HM, Andersen HR, Katsonouri A, et al. Environmental Substances Associated with Alzheimer's Disease—A Scoping Review. *Int J Environ Res Public Health.* 2021;18(22):11839. doi:10.3390/ijerph182211839
9. Dumurgier J, Tzourio C. Epidemiology of neurological diseases in older adults. *Rev Neurol (Paris).* 2020;176(9):642–648. doi:10.1016/j.neurol.2020.01.356
10. Aliev G, Ashraf GM, Tarasov VV, et al. Alzheimer's Disease – Future Therapy Based on Dendrimers. *Curr Neuropharmacol.* 2019;17(3):288–294. doi:10.2174/1570159X16666180918164623
11. Błaszczyk JW. Pathogenesis of Dementia. *Int J Mol Sci.* 2022;24(1):543. doi:10.3390/ijms24010543
12. Śliwińska S, Jeziorek M. The role of nutrition in Alzheimer's disease. *Rocz Panstw Zakł Hig.* 2021;72(1):29–39. doi:10.32394/rpzh.2021.0154
13. Piekut T, Hurla M, Banaszek N, et al. Infectious agents and Alzheimer's disease. *J Integr Neurosci.* 2022;21(2):73. doi:10.31083/jjin2102073
14. 2024 Alzheimer's disease facts and figures. *Alzheimers Dement.* 2024;20(5):3708–3821. doi:10.1002/alz.13809
15. Lucey BP. It's complicated: The relationship between sleep and Alzheimer's disease in humans. *Neurobiol Dis.* 2020;144:105031. doi:10.1016/j.nbd.2020.105031
16. Scheltens P, De Strooper B, Kivipelto M, et al. Alzheimer's disease. *Lancet.* 2021;397(10284):1577–1590. doi:10.1016/S0140-6736(20)32205-4
17. Knekt P, Järvinen R, Rissanen H, et al. Does sauna bathing protect against dementia? *Prev Med Rep.* 2020;20:101221. doi:10.1016/j.pmedr.2020.101221
18. Kaiser P, Seher U, Krasniqi A, et al. Injuries related to sauna bathing. *Injury.* 2023;54(7):110825. doi:10.1016/j.injury.2023.05.056
19. Laukkanen T, Kunutsor S, Kauhanen J, et al. Sauna bathing is inversely associated with dementia and Alzheimer's disease in middle-aged Finnish men. *Age Ageing.* 2017;46(2):245–249. doi:10.1093/ageing/afw212
20. Laukkanen T, Laukkanen JA, Kunutsor SK. Sauna Bathing and Risk of Psychotic Disorders: A Prospective Cohort Study. *Med Princ Pract.* 2018;27(6): 562–569. doi:10.1159/000493392
21. Hussain J, Cohen M. Clinical Effects of Regular Dry Sauna Bathing: A Systematic Review. *Evid Based Complement Alternat Med.* 2018;2018:1857413. doi:10.1155/2018/1857413
22. Brunt VE, Minson CT. Heat therapy: mechanistic underpinnings and applications to cardiovascular health. *J Appl Physiol (1985).* 2021;130(6):1684–1704. doi:10.1152/jappphysiol.00141.2020
23. Hunt AP, Minnett GM, Gibson OR, et al. Could Heat Therapy Be an Effective Treatment for Alzheimer's and Parkinson's Diseases? A Narrative Review. *Front Physiol.* 2020;10:1556. doi:10.3389/fphys.2019.01556
24. López-Otín C, Blasco MA, Partridge L, et al. The Hallmarks of Aging. *Cell.* 2013;153(6):1194–217. doi:10.1016/j.cell.2013.05.039
25. Leak RK. Heat shock proteins in neurodegenerative disorders and aging. *J Cell Commun Signal.* 2014;8(4):293–310. doi:10.1007/s12079-014-0243-9
26. Zhu B, Dong Y, Xu Z, et al. Sleep disturbance induces neuroinflammation and impairment of learning and memory. *Neurobiol Dis.* 2012;48(3):348–355. doi:10.1016/j.nbd.2012.06.022
27. Kojima D, Nakamura T, Banno M, et al. Head-out immersion in hot water increases serum BDNF in healthy males. *Int J Hyperthermia.* 2018;34(6):834–839. doi:10.1080/02656736.2017.1394502
28. Maniam J, Morris MJ. Voluntary exercise and palatable high-fat diet both improve behavioural profile and stress responses in male rats exposed to early life stress: Role of hippocampus. *Psychoneuroendocrinology.* 2010;35(10):1553–64. doi:10.1016/j.psyneuen.2010.05.012
29. Cruz Hernández JC, Bracko O, Kersbergen CJ, et al. Neutrophil adhesion in brain capillaries reduces cortical blood flow and impairs memory function in Alzheimer's disease mouse models. *Nat Neurosci.* 2019;22(3):413–420. doi:10.1038/s41593-018-0329-4
30. Sojkova J, Najjar SS, Beason-Held LL, et al. Intima-Media Thickness and Regional Cerebral Blood Flow in Older Adults. *Stroke.* 2010;41(2):273–279. doi:10.1161/STROKEAHA.109.566810
31. Zaccardi F, Laukkanen T, Willeit P, et al. Sauna Bathing and Incident Hypertension: A Prospective Cohort Study. *Am J Hypertens.* 2017;30(11):1120–1125. doi:10.1093/ajh/hpx102
32. Ely BR, Clayton ZS, McCurdy CE, et al. Heat therapy improves glucose tolerance and adipose tissue insulin signaling in polycystic ovary syndrome. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 2019;317(1):E172–E182. doi:10.1152/ajpendo.00549.2018
33. Gryka D, Pilch W, Szarek M, et al. The effect of sauna bathing on lipid profile in young, physically active, male subjects. *Int J Occup Med Environ Health.* 2014;27(4):608–18. doi:10.2478/s13382-014-0281-9
34. Pilch W, Szyguła Z, Tyka A, et al. Effect of 30-minute sauna sessions on lipid profile in young women. *Medicina Sportiva.* 2014;18(4):165–171. doi:10.5604/17342260.1133107
35. Shi L, Chen S-J, Ma M-Y, et al. Sleep disturbances increase the risk of dementia: A systematic review and meta-analysis. *Sleep Med Rev.* 2018;40:4–16. doi:10.1016/j.smrv.2017.06.010
36. Hahn EA, Wang H-X, Andel R, et al. A Change in Sleep Pattern May Predict Alzheimer Disease. *Am J Geriatr Psychiatry.* 2014;22(11):1262–71. doi:10.1016/j.jagp.2013.04.015
37. Di Meo A, Joshi YB, Praticò D. Sleep deprivation impairs memory, tau metabolism, and synaptic integrity of a mouse model of Alzheimer's disease with plaques and tangles. *Neurobiol Aging.* 2014;35(8):1813–1820. doi:10.1016/j.neurobiolaging.2014.02.011
38. Urponen H, Vuori I, Hasan J, et al. Self-evaluations of factors promoting and disturbing sleep: An epidemiological survey in Finland. *Soc Sci Med.* 1988;26(4): 443–50. doi:10.1016/0277-9536(88)90313-9
39. Yaffe K. Midlife vs Late-Life Depressive Symptoms and Risk of Dementia. *Arch Gen Psychiatry.* 2012;69(5):493–8. doi:10.1001/archgenpsychiatry.2011.1481
40. Ly M, Yu GZ, Mian A, et al. Neuroinflammation: A Modifiable Pathway Linking Obesity, Alzheimer's disease, and Depression. *Am J Geriatr Psychiatry.* 2023;31(10):853–866. doi:10.1016/j.jagp.2023.06.001
41. Masuda A, Nakazato M, Kihara T, et al. Repeated Thermal Therapy Diminishes Appetite Loss and Subjective Complaints in Mildly Depressed Patients. *Psychosom Med.* 2005;67(4):643–7. doi:10.1097/01.psy.0000171812.67767.8f
42. Janssen CW, Lowry CA, Mehl MR, et al. Whole-Body Hyperthermia for the Treatment of Major Depressive Disorder. *JAMA Psychiatry.* 2016;73(8):789–95. doi:10.1001/jamapsychiatry.2016.1031
43. Laurin D, Verreault R, Lindsay J, et al. Physical Activity and Risk of Cognitive Impairment and Dementia in Elderly Persons. *Arch Neurol.* 2001;58(3):498–504. doi:10.1001/archneur.58.3.498
44. Kunutsor SK, Jae SY, Laukkanen JA. Frequent sauna bathing offsets the increased risk of death due to low socioeconomic status: A prospective cohort study of middle-aged and older men. *Exp Gerontol.* 2022;167:111906. doi:10.1016/j.exger.2022.111906
45. Kunutsor SK, Jae SY, Kurl S, et al. Inflammation, sauna bathing, and all-cause mortality in middle-aged and older Finnish men: a cohort study. *Eur J Epidemiol.* 2022;37(12):1225–1231. doi:10.1007/s10654-022-00926-w
46. Garolla A, Torino M, Sartini B, et al. Seminal and molecular evidence that sauna exposure affects human spermatogenesis. *Hum Reprod.* 2013;28(4):877–85. doi:10.1093/humrep/det020
47. Ravanelli N, Casasola W, English T, et al. Heat stress and fetal risk. Environmental limits for exercise and passive heat stress during pregnancy: a systematic review with best evidence synthesis. *Br J Sports Med.* 2019;53(13):799–805. doi:10.1136/bjsports-2017-097914
48. Podstawski R, Boryślowski K, Józefacka NM, et al. The influence of extreme thermal stress on the physiological and psychological characteristics of young women who sporadically use the sauna: practical implications for the safe use of the sauna. *Front Public Health.* 2024;11:1303804. doi:10.3389/fpubh.2023.1303804
49. Kenttämies A, Karkola K. Death in sauna. *J Forensic Sci.* 2008;53(3):724–9. doi:10.1111/j.1556-4029.2008.00703.x
50. van der Wall EE. Sauna bathing: a warm heart proves beneficial. *Neth Heart J.* 2015;23(5):247–8. doi:10.1007/s12471-015-0676-7