

ЗДРАВСТВЕНА И ТРЕНАЖНО-ТАКМИЧАРСКА КАТЕГОРИЗАЦИЈА ТАКСОНА ПОТАПАЊА ТЕЛА И ПЛИВАЊА У ХЛАДНОЈ ВОДИ

Себастијан Хигл¹, Александра Обрадовић²

Факултет спорта и физичког васпитања, Универзитет у Београду, Србија
Медицински факултет, Универзитет у Крагујевцу, студент ДАС, Србија

Сажетак

Потапање и пливање у хладној води део је еволуције човека, али и елемент и тековина његовог културолошког и верског наслеђа. Оно је саставни део животне праксе која постаје све популарнија услед препознавања бенефита које обезбеђује, како у методици тренинга спортова на копну, у води и на води, тако и у погледу позитивних ефеката на укупно човеково здравствено стање. Идентификацијом, потом и анализом 128 чланака из четири научне базе, утврђено је више области сазнања повезаних са ефектима стреса, хладном водом и пливањем, односно са одговорима органских система и њиховим коадаптацијама. Утврђено је да су емпијске чињенице, теоријске генерализације, као и модели праксе успостављени око већег броја чињеница интердисциплинарног и мултидисциплинарног карактера сазнања (класификација). У наредном кораку, извршена је њихова систематизација у сазнајне оквире – таксоне, као аксиоме богате чињеницама емпијског и теоријског искуства. Таксони су именовани на основу сазнајног бића које у „њима дрема“, и то: а) респирација и циркулација; б) инфламаторни ток; в) имунолошки одговор; г) стрес и анксиозност; д) старење; ђ) тренажне и такмичарске способности; е) профилакса; ж) рехабилитација; з) методолошки изазови; и) верски обичаји; ј) животне навике. Идентификовањем, категоризацијом и систематизацијом интер и мултидисциплинарних чињеница, сачињен је сазнајни конструкт за даље изучавање и научне афирмације, подстицање праксе спорта, опоравка, усмеравање животних навика, као и теорија које се односе на здраво старење и животни век. Не мање важне су чињенице праксе потапања и пливања у хладној води за животне навике, и као дела верских обичаја.

Кључне речи: ИМЕРЗИЈА / ПРОФИЛАКСА / ЗДРАВО СТАРЕЊЕ / АНАЛИЗА СМИСЛА

ЕВОЛУТИВНА ИНТУИЦИЈА, АФИРМИСАНА ЖИВОТНА И ПРАКСА СПОРТА

Непрестано стремљење ка здрављу, као и брига о познатим и бројним јавно-здравственим проблемима, блиско су повезани са тенденцијом ка дужем, лепшем и садржанијем животу. Здравље, дакле, није само лична, већ и друштвена одговорност (Solberg, 2014), јер утицај на здравље појединца у великој мери имају и шире друштвене и економске структуре. Другим речима, оно је де факто друштвени циљ, будући да здрава популација доприноси одрживом социо-економском развоју, поспешујући продуктивност и благостање унутар заједнице. Због тога, али и бројних других разлога,

јавно здравље постаје један од кључних формативних елемената развоја и функционисања друштва.

Са развојем људске свести, искуства, учења и способности закључивања, у човековој потрази за здрављем, првобитно доминантан мотив преживљавања замењен је мотивом за постизањем квалитетнијег живота. Међутим, у савременом друштву, поменуто постаје све комплекснији и слојевитији феномен, који укључује колективно телесно, духовно, социјално и ментално здравље. Имајући у виду претходно наведено, јасно је да разноврсним профилактичким и терапијским деловањима човек непрекидно настоји да побољша квалитет сопственог живота, продужи здравствени и животни век. Ови напори садржани су у концепту „здрог старења“. Научне

области које се баве здравим старењем, сагласне су да је један од фактора здравља и дуговечности физичка активност (међу којима је и пливање), којом се на једноставан и приступачан начин може утицати на побољшање здравственог статуса. Физичка активност и здравље појединца, у складу са јапанском филозофијом *ikigai*-а, доводи до бенефита, како на индивидуалном, тако и на друштвеном нивоу.

Захваљујући друштвеној, образовној и прагматичној вредности коју поседује, промишљање о пливању, као ширем конструкту, годинама се усањавало и чини се, од утилитарног и санитарног, значајно померило ка профилактичком, терапијском, дидактичком, религијском, али и спортско-рекреативном простору. Почетком 20. века све више пажње добијају формативне и здравствене вредности. Другим речима, иако имерзија и пливање у хладној води (хладнијој од 15°C, Suomen Latu Outdoor Association, 2022) нису новија пракса, већ својеврсна религијска и културолошка тековина, у последње време постају један од примећенијих глобалних трендова у свету рекреације и спорта, односно у фитнес (енг. fitness) и велнес индустрији (енг. wellness). С тим у вези, јасно је уочљива глобална експанзија у погледу развоја метода повезаних са имерзијом – потапањем, боравком и пливањем у хладној води, сходно чему идентификација, анализа и класификација бенефита, ризика и предности поменутих активности, консекутивно постају когнитивни процеси од значаја! Имајући у виду да имерзија и пливање у хладној води изазивају различите акутне и хроничне ефекте, у зависности од начина, учесталости и трајања саме експозиције, такође се уочава и потреба за прецизним утврђивањем таксона (условно групе теорија) и њиховом алокацијом у јасно детерминисане логичко-сазнајне категорије. Утврђивањем, класификацијом и хијерархијом таксона омогућиће се фундаментално научно и практично разумевање предмета овог рада – имерзије и пливања у хладној води, и његово обликовање као животне и спортске теорије која се изучава и, сходно резултатима научних чињеница и афирмације принципа добре праксе, шири у јасном научном контексту.

ПЛИВАЊЕ У ХЛАДНОЈ ВОДИ: ЗДРАВСТВЕНО-КОРИСНА ПРАКСА, ИЗАЗОВ ИЛИ ТРЕНД?

Пливање у хладној води уводи физиолошки интактне организме у стање вишестраног стреса, подразумевајући излагање тела неуобичајено нис-

ким температурама воде. Упркос тој чињеници, код појединаца доброг општег здравственог статуса, примећено је да поменута активност (уколико је правилно програмирана, дозирана и континуирано реализована) може резултовати бројним здравственим бенефитима за читав организам (Manolis A, Manolis S. et al., 2019). Са друге стране, неадекватно спроведено потапање и пливање у хладној води, које најчешће подразумева неконтролисану експозицију, са собом носи и ризик од леталног исхода, услед почетног неурогеног одговора на шок који изразито ниска температура воде може изазвати на читав низ органских система, односно, услед ексцесивног смањења енергетске продукције може довести до прогресивне хипотермије (Knechtle, Waskiewicz et al., 2020). Хипотермију је могуће уочити и при релативно високим температурама воде (15+°), а услед исцрпљености енергетских извора за функционисање организма. С тим у вези, изузетно је важно нагласити (и тако изучавати) да су здравствене користи потапања и пливања у хладној води резултат капацитета хумане, како непосредне акомодације (акутно), и пре свега хроничне коадаптације већег броја органских система. Континуираним излагањима, шири се капацитет коадаптација, прерастајући њихов хроничан облик, који подразумева и значајан здравствени ефекат, с обзиром да подразумевају динамично, локално или системско, прилагођавање организма на (еу)стресор. Са друге стране, иако потапање и пливање у хладној води (првенствено у зимском периоду године) за многе представља изазов, односно средство испитивања сопствених психофизичких граница, са појавом друштвених мрежа и порастом интересовања за вођење здравог начина живота, пливање у хладној води постало је и глобални тренд, може се рећи и стални изазов. С тога, поменута активност, уз имерзију у сличним условима, често се промовише као један од начина за постизање бољег физичког изгледа, дуговечности, али је и начин забаве, самодоказивања, односно изражавања припадности одређеним социјалним, вредносним, верским круговима.

Анализа садржаја и дедукција релевантних закључака произишле су из претраживања четири online директоријума, и то: PubMed, Google Scholar, MEDLINE, DOAJ, према различитим комбинацијама кључних речи наведених у сажетку. Из наведених база иницијално је издвојено 529 радова. Након детекције и елиминације дупликата, 239 публикација укључено је у процес даљег анализирања. Критеријуми за укључивање публикације у преглед подразумевали су следеће услове: 1)

публикација се односи на имерзију или пливање у води различитих температура, 2) истраживање је спроведено на хуманом узорку, 3) рад је публикован у периоду 2008-2025. године, 4) кључне речи према којима је извршена претрага налазе се у наслову публикације. Услед непотпуног испуњавања

дефинисаних критеријума, из анализе је искључено 111 публикација, што значи да је у коначни преглед литературе укључено 128 радова (схема 1), обрађених и представљених кроз неколико издвојених група знања, таксона.

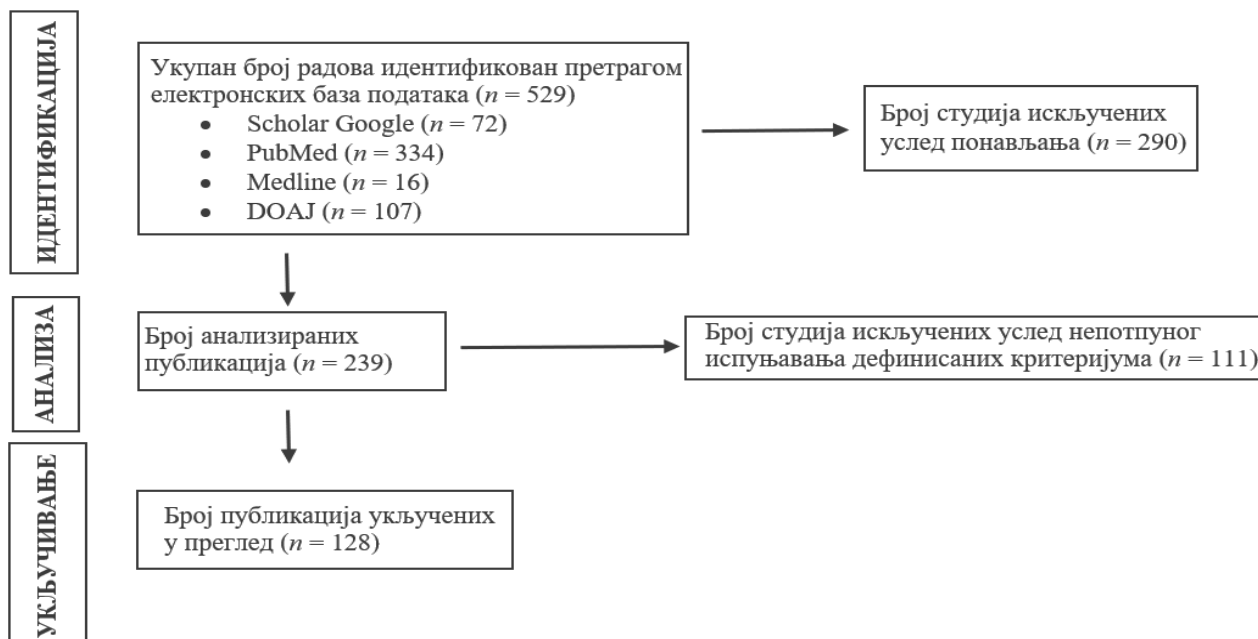


Схема 1 Поступак идентификације и укључивања студија усклађен са препорученим смерницама за извештавање у системским прегледима и мета-анализама (PRISMA flow diagram)

Јасно је да је потапање и пливање у хладној води више од физичке активности; оно је комплексна пракса која нуди значајне здравствене користи, паралелно представљајући изазов за тело и ум, која са собом носи и извесне ризике који захтевају опрез. То све указује на важност утврђивања агената реаговања, њихову класификацију, обликовање у групе знања (таксона) и целовит теоријско-практични конструкт. У неку руку, након теоријског утемељења следи дидактички, али и методички оквир који имерзију и пливање у хладној води преводи у безбедну и профилактичку активност. Сазнајни концепт ове анализе и дедукције отворио је процес систематике. Превођења емпиријских чињеница у теоријске генерализације и моделе праксе успостављено је око већег броја чињеница интердисциплинарног и мултидисциплинарног карактера сазнања (класификација). У наредном кораку, извршена је систематизација у сазнајне оквире – таксоне, као аксиоме које сачињавају богата емпиријска и теоријска искуства у којима „дрема“ висок сазнајни капацитет, и то:

Таксон кардиоваскуларног и респираторног система

Бројне студије препознале су позитиван ефекат имерзије и пливања у хладној води на респираторни и кардиоваскуларни систем, али и на кардиоваскуларне факторе ризика, пре свега на крви притисак и липидни профил (Kralova Lesna, Rychlikova et al., 2015; Gibas-Dorna, Chęcińska, Korek et al., 2016; Checinska-Maciejewska, Miller-Kasprzak et al., 2017). Срж одговора поменутих система на излагање имерзији и пливању у хладној води представљају консеквенце појачане активације симпатичког нервног система, изазване експозицијом ниским температурама, од којих су најочљивије вазоконстрикција и активација термогенезе (Shattock, Tipton, 2012; Srámek, Simecková, Janský et al., 2000). Поред наведеног, примећено је значајно повећање крвног притиска (Mishra, Manjareeka et al., 2012; Baranova et al., 2023), срчане фреквенце и минутног срчаног волумена (Shattock, Tipton, 2012), као и смањење церебралне перфузије крви (Mantoni, Belhage et

al., 2007), повећање нивоа фибриногена у плазми (Esperland, de Weerd, Mercer, 2022) и слично. Једна од најновијих студија које су се бавиле ефектима пливања у изразито хладној води, указала је да зимско пливање подстиче позитивне промене и у погледу морфологије и реологије ћелија крви (Teległów, Frankiewicz, Marchewka, 2025). Ипак, веома је важно нагласити да особе које болују од различитих кардиоваскуларних обољења (а којима се пливање често саветује као подобна физичка активност) могу бити значајно подложније штетним ефектима излагања хладној води, који пре свега подразумевају провокацију или погоршање аритмија, односно различитих видова алтерација срчаног ритма ризичних по живот (Manolis et al., 2019).

Када је реч о респираторном систему, познато је да излагање система хладној води изазива низ физиолошких реакција, укључујући значајно повећање фреквенце дисања, односно промене у његовој брзини (Datta, Tipton, 2006). Кроз рефлекс дахтања (eng. Gasp reflex), који је уједно иницијални део аутоматског одговора на излагање хладној води, тело испољава тенденцију да модификацијом респираторних образаца умањи дисипацију топлоте и активира механизме који обезбеђују већу ефикасност дисања (Mekjavić, La Prairie, Burke, Lindborg, 1987). Такође, једна од новијих публикација указала је да хладна вода стимулише терморецепторе у кожи, што доводи до повећања брзине дисања, са циљем побољшања укупне оксигенације система, односно снабдевања ткива кисеоником (Ntoumani, Dugué, Rivas, Gongaki, 2023). Код здравих одраслих особа, а посебно код оних који имају астму или друге респираторне тегобе, примећено је да излагање хладној води може изазвати бронхоконстрикцију, при чему хладан ваздух у комбинацији са пливањем у хладној води изазива сужавање дисајних путева, што даље води до отежане респирације, испољавања напада астме (или појединачних симптома, као што су константан кашаљ, визинг, итд.) (Diversi, Franks-Kardum, Climstein, 2016), а у појединим случајевима и до пулмоналног едема (Lund, Mahon et al., 2003; Hohmann, Glatt, Tetsworth, 2018; Paz, Makram, Mallah et al., 2020; Hårdstedt, Kristiansson, Seiler et al., 2021; Czarnecka, Burda, Korczak et al., 2024). Такође, код појединаца који се активно баве пливањем у зимским условима, примећено је смањење инциденце инфекција горњих дисајних путева за 40% (Lipińska, Kowalczyk et al., 2024; Czarnecki, Nowakowska-Domagala, Mokros, 2024). Апликација разноврсних техника дисања, које се често примењују уз различите модалитете имерзије и пливања у хладној води, отвара низ питања

која се односе на развијање способности контроле дисања контролисањем ових агенаса, а која би посебно могла бити од користи за особе са смањеном респираторном функцијом, проузрокованом различитим здравственим проблемима.

Таксон стимулације синтезе и секреције хормона

Имајући у виду чињеницу да имерзија и пливање у хладној води представљају јединствени вид стреса ком се организам излаже, оправдано је очекивати промене у погледу синтезе хормона који имају кључну улогу у регулацији стреса и адаптацији организма на екстремне услове. С тим у вези, катехоламини, инсулин, тиреостимулирајући хормон (TSH), адренкортикотропни хормон (ACTH) и кортизол се, у прегледаним публикацијама, издвајају као хормони са израженом реакцијом на стрес индукован поменути агенсима (Knechtle et al., 2020). Иста тенденција забележена је и у студијама које су испитивале нивое допамина у стриатуму и кортексу, која се сматра саставним делом одговора на тзв. „хладни шок“ (Beley A, Beley P et al, 1976), као и истраживањима која су фокусирана на ниво серотонина (López-Ojeda, Hurley, 2024). Посебно је интересантан ефекат на метаболизам инсулина, иако се испрва чини да је реч о полом детерминисаном механизму (Gibas-Dorna et al., 2016). У једној од најпознатијих студија које су проучавале поменути проблем, тридесет пливача који се баве пливањем у зимским условима (eng. ice swimming, winter swimming) праћено је током шест месеци, при чему су основни посматрани параметри били њихова морфологија и инсулинска осетљивост (Gibas-Dorna et al., 2016). Испитаници који су пливали у хладној води испољавали су, очекивано, тенденције ка већем проценту телесних масти, са приметним разликама међу половима, у односу на контролну групу. Код испитаника са нижим процентом телесне масти, без обзира на пол, примећено је повећање инсулинске осетљивости, али и укупно смањење лучења инсулина (Gibas-Dorna et al., 2016). У групи испитаника која је пливала у води температуре распона 0–3°C у трајању од 20 секунди, три пута недељно, током 12 недеља, примећено је значајно повећање нивоа ACTH, кортизола и норепинефрина (Leppäluoto, 2008). Такође, интересантне су и новије студије које су испитивале ефекте пливања у хладној води на труднице, које су закључиле да редовно, правилно програмирано излагање хладној води доводи до супримирања нивоа кортикотропин-ослобађајућег хормона (eng. CRH) у циркулацији, који консекутивно утиче на смањење хроничног стреса

(Gundle, Atkinson, 2020). Хронични стрес, ком су изложене и труднице, често је повезан са компликацијама као што су мала порођајна тежина беба, али и превремени порођај. Сходно наведеном, пливање и имерзија у хладној води одговарајућег квалитета, у контролисаним условима, потенцијално могу утицати на смањење нивоа стреса код трудница, односно на боље исходе самог порођаја (Gundle, Atkinson, 2020; Shawe, Felton, Harper et al., 2025).

Таксон морфолошких, анатомских и физиолошких конверзија светлог у тамно масно ткиво

У организму човека, доминантно се разликују два типа масног ткива која имају антагонистичке функције: светло масно ткиво (енг. White adipose tissue - WAT), које складишти вишак енергије добијене из хране у форми триглицерида (и према енергетским потребама организма је ослобађа), и смеђе (тамно) масно ткиво (енг. Brown adipose tissue - BAT), детерминисано за ослобађање енергије кроз термогенезу (Saely, Geiger, Drexel, 2012). Истраживања су показала да поремећаји у метаболизму BAT имају кључну улогу у патофизиологији гојазности и мултиорганске инсулинске резистенције (Saito et al., 2009; Schrauwen, van Marken Lichtenbelt, 2016; Scheele, Nielsen, 2017; U-Din, de Mello, Tuomainen et al., 2023). Сходно томе, а услед јединствене способности да конвертује вишак енергије у топлоту, тамно масно ткиво сматра се новом потенцијалном „метом“ у детерминацији физиолошких претпоставки у борби против предклиничке и клиничке гојазности, које прате тзв. метаболичка обољења (Cypess, Kahn, 2010; Huo, Song, Yin et al., 2022). Важно је, такође, истаћи да BAT инервишу и симпатички и сензорни нерви, односно да је за њега карактеристично присуство мутилокуларних липидних капљица, велики број митохондрија и значајно појачана експресија митохондријалног протеина UCP1 (Nicholls, Locke, 1984). Када се активира, поменути протеин одваја процесе митохондријалног дисања и синтезу АТП-а (Lowell, Spiegelman, 2000), што значи да консекутивно утиче на повећавање протонског цурења кроз унутрашњу митохондријалну мембрану, ослобађајући енергију у виду топлоте (Ikeda, Yamada, 2020). У погледу излагања ниским температурама, студије показују да структурне промене у метаболизму липида услед излагања хладноћи, попут имерзије и пливања у хладној води, могу имати важну функцију у термогенези BAT, а самим тим потенцијално могу и побољша-

ти метаболичко здравље, при чему се поменуте адаптације примећују већ након трећег дана излагања (Faber, Zhu, Castellino et al., 2014; Meikle, Summers, 2017; Sustarsic, Ma, Lynes et al., 2018; Mika, Sledzinski, Stepnowski, 2019). Тамно масно ткиво посебно је присутно код новорођенчади, односно у организмима младунаца сисара, где поседује кључну улогу у терморегулацији, односно преживљавању на ниским температурама. Иако се веома дуго сматрало да у систему одраслих јединки није присутно, или да нема готово никаквог значаја, новија истраживања све чешће доказују да одрасле јединке такође поседују метаболички активно тамно масно ткиво, које може имати важну улогу у одржавању енергетске хомеостазе у организму (Saito, Okamatsu-Ogura et al., 2009; Saely et al., 2012). Светле масне ћелије, које потичу из BAT, у складу са наведеним, деле многе карактеристике са тамним адипоцитима, као што су мутилокуларне липидне капљице, повећана густина митохондрија и високи нивои UCP1, поред повећаног капацитета за оксидацију и термогенезу (Seale, Bjork et al., 2008; Wu, Boström et al., 2012; Kiefer, 2017; Peres Valgas da Silva, Hernández-Saavedra, White, Stanford, 2019). Такође, занимљиво је истаћи да су агенси попут хладноће, односно вежбања – пливања у хладној води, важни индуктори конверзије светлих адипоцита у тамне (Petrovic, Walden, Shabalina et al., 2010; Stanford, Middelbeek, Goodyear, 2015), будући да конверзија иницирана вежбањем и хладноћом увећава број метаболички активних ћелија у BAT, што суштински посматрано представља једну од новијих ефикасних стратегија за борбу против клиничке гојазности и T2DM (Ishibashi, Seale, 2010; Gibas-Dorna et al., 2016; Vargas-Castillo, Fuentes-Romero, Rodriguez-Lopez et al., 2017; Tayebi, Motaghinasab, Eslami et al., 2024). Прегледом доступних публикација примећена је и повезаност између излагања хладноћи и генезе BAT посредством батокине сигнализације, односно стимулацијом интерлеукина 6, неурегулина 4 и FGF21 (Fisher, Kleiner et al., 2012; Christian, 2014; Villarroya, Cereijo et al., 2017). Имајући у виду да пливање и излагање хладноћи, појединачно посматрано, могу позитивно утицати на управљање телесном композицијом и инсулинску осетљивост, јасно је да би се пажљивим комбиновањем поменутих метода потенцијално могао развити нови приступ усмерен ка борби против гојазности, којим би се могло деловати унутар популације под високим ризиком за развој T2DM и других метаболичких поремећаја. Ово, у практичном смислу, представља недвосмислено ширење теоријског оквира физиологије пливања у

простору таксона имерзије и хладне воде, али и у простору профилаксе пливањем подстицањем метаболичког капацитета и функције масног ткива као органа.

Таксон оксидативног стреса

Пливање и имерзија у хладној води, у погледу локалног и системског оксидативног стреса (ОС), могу имати двојаку улогу. Иако пливање у изразито хладној води може бити значајан фактор генезе ОС, нарочито у случају неутренираних и неадаптираних појединаца (Kierzenkowska, Woźniak, Boraczyński et al., 2012; Knechtle et al., 2020), оно такође може стимулисати тело да повећа производњу антиоксиданаса, који помажу у борби против стреса (Wesołowski, Kierzenkowska et al., 2023). Такође, имајући у виду да пливање, као форма физичког вежбања, позитивно утиче на систем антиоксидативне заштите (Siems, Brenke et al., 1999), односно да не доводи до значајног акутног повећања нивоа оксидативног стреса у плазми изложене јединке (Обрадовић, 2024), важно је нагласити да краткотрајна излагања хладној води, било да је реч о имерзији или пливању, такође могу подстаћи бројне позитивне адаптационе одговоре, укључујући повећање нивоа антиоксидативних ензима, који помажу како у неутрализацији слободних радикала, тако и у смањењу инфламаторних одговора (Siems et al., 1999; Ptaszek, Podsiadło et al., 2024; Shawe et al., 2025). Другим речима, дугорочно посматрано, редовно и контролисано пливање у хладној води, као и имерзија у истим условима, могу утицати на смањење нивоа ОС, али и опште побољшање капацитета и квалитета антиоксидативног система, чиме се могу превенирати бројне патологије које се повезују са његовом повишеном концентрацијом. Такође, поред уобичајених патолошких стања, оксидативни стрес је, према једној од бројних теорија, повезан и са биолошким старењем човека (Dröge, 2003). У складу са чињеницом да је очекивани животни век популације значајно скраћен након COVID пандемије, није тешко закључити да се наведени, али и други бенефити имерзије и пливања у хладној води могу користити као средство менаџмента здравља, афирмишући факторе којима се, у извесној мери, може деловати на генезу стања и обољења која позитивно корелирају са старењем (Liguori, Russo, Curcio et al., 2018), и позитивно утичу на квалитет живота. Другим речима, један од императива модерних друштава која теже ка здравој популацији, свакако су и развој и имплементација различитих стратегија здравог старења, којима се супримирају - успоравају фактори који на њега утичу. Део једне

од њих је и пливање у хладној води, које позитивно утиче на кардиометаболичке факторе ризика, стимулише конверзију масног ткива, доприноси менталном здрављу, квалитету и квантитету сна особа трећег доба, и слично (Kunutsor, Lehocski, Laukkanen, 2024).

Таксон менталног здравља и когнитивне учинковитости

Имерзија у хладној води има значајан утицај на ментално здравље, будући да утиче на ублажавање симптома стреса, анксиозности и депресије (van Tulleken, Tipton et al., 2018; Oliver, 2021; Pound, Massey, Rosenel et al., 2024; Pound Massey et al., 2024a). Такође, у једном од новијих истраживања, примећено је да доводи до побољшања општег менталног статуса код пацијената са реуматоидним артритисом, фибромијалгијом или астмом (Lipińska et al., 2024). Студије које су проучавале ефекте пливања у хладној води на ментални статус, указале су на чињеницу да су испитаници који су четири пута недељно, током четири месеца, редовно пливали у хладној води, показали знатно мање симптоме напетости и општег замора, у односу на контролну групу. Поред наведеног, примећено је и боље опште расположење, боље памћење и виши степен енергије током дана (Kelly et al., 2022; Hjorth, Løkke, Jørgensen et al., 2022; Yankouskaya et al., 2023; Cain, Brinsley et al., 2025; Ono, Wahl et al., 2025). Истраживање спроведено у Финској, у којој је пливање у хладној води део културног наслеђа, истиче га као вид изузетне подршке општем здрављу, самопоуздању, али и позитивној самоперцепцији (Airo, Lehtonen, 2023). Такође, када је реч о когнитивној учинковитости, бројне студије истичу позитиван утицај које поновљена имерзија у хладној води остварује на време реакције, пажњу, логичко закључивање и обраду информација (Jones, Bailey, Roelands et al., 2017; Shoemaker, Wilson, Lucas, Machado et al., 2019; Falla, Micarelli et al., 2021; Kunutsor, Lehocski, Laukkanen, 2024).

Таксон животних навика и стремљења

На намерно излагање тела хладној води, још од античког доба, гледало се са одређеним поштовањем и страхом. Данас, у нордијским државама, али и у Пољској, Чешкој, Русији и балтичким државама, „зимско пливање“ део је свакодневице, културе и традиције. У црквама православних европских земаља, пливање у хладној води везује се за празновање 19. јануара као једног од најзначајнијих хришћанских празника, Богојављења. У

Русији, Белорусији, Украјини, Казахстану и Киргистану традиција подразумева да се на залеђеним воденим површинама направи отвор у облику крста, кроз који, након поноћне молитве, верници улазе у воду и три пута се потапају - погружују. У српској и грчкој православној цркви поштује се слична традиција, која поред потапања подразумева и пливање до крста баченог у хладну воду. Поменуто није део црквених догми, већ народног веровања да ће они који се одваже на пливање у хладној води „бити здрави и напредни током читаве године“. Иако се све чешће чини да је у првом плану (само)компетиција, *spiritus movens* поменуте традиције огледа се у симболизовању мира, хришћанске љубави и јединства у вери. Богојављенско пливање за Часни крст уписано је у јануару 2024. године у Национални регистар нематеријалног културног наслеђа Србије, као елемент живог наслеђа, из домена друштвених обичаја и пракси. У другим деловима света, нарочито у Финској, Шведској, Норвешкој, Русији, Естонији, Летонији и Литванији, различите форме пливања и имерзије у хладној води део су вишевековне традиције, а у последњих неколико деценија, често се практикују у комбинацији са седањем у снегу и сауном. У Уједињеном Краљевству и Ирској, пливање у хладној води, као дисциплина спортског пливања, убрзано се развија, чему сведоче све бројнија такмичења чија је експанзија нарочито примећена током Covid19 пандемије. Исти тренд уочен је и у Словенији, Холандији, Белгији и Немачкој, током последњих 15 година.

Методолошки таксон

Методолошки таксон, у контексту имерзије и пливања у хладној води, односи се на структуриране приступе, технике и методе које се користе у проучавању физиолошких, психолошких и метаболичких ефеката пливања и излагања хладној води, али и који омогућавају искуствено разумевање ефеката хладне воде на организам човека. Другим речима, он обухвата пливање као форму физичке активности, али и методе излагања тела хладној води развијене са циљем истраживања физиолошких, психолошких и здравствених адаптација: контролисану имерзију у хладној води, различите форме пливачких тренинга, технике за мапирање и праћење одговора система и сл. Поред тога што се користе у научним истраживањима, поменуте методе примењују се и у пракси, нарочито у подручју спорта, у ком имерзија у хладној води има значајно место у процесу опоравка након тренажних и такмичарских оптерећења (Xiao, Kabachkova, Jiao et al., 2023).

Тренажно - такмичарски таксон

Ледене купке су општеприхваћено средство опоравка и рехабилитације међу спортистима, а нарочито међу пливачима, који их већ дуго примењују као један од ефикасних начина опоравка, након интензивних тренинга и такмичења. Као што је познато, пливање захтева репетитивне кретне обрасце и експлозивно испољавање кретања, што лако може довести до микрооштећења мишићних влакана, упале и накупљања метаболичких нуспродуката, попут млечне киселине. Примена хладне воде смањује упалу и бол захваљујући вазоконстрикцији до које долази током потапања, док по завршетку излагања долази до програсивне вазодилатације, чиме се побољшава циркулација и убрзава елиминација метаболита (Bleakley, Davison, 2010). Описана метода, и њене тренажно-такмичарске варијанте, помажу у бржој регенерацији ткива, смањује ризик од појаве претренираности, омогућавајући пливачима бржи и квалитетнији опоравак, у циљу адекватне припреме за тренажна и такмичарска оптерећења којима се излажу у кратком временском периоду. Поред бенефита које испољавају на тело, ледене купке имају и значајан психолошки ефекат. Као што је издвојено таксоном менталне и когнитивне учинковитости, излагање хладноћи активира симпатички нервни систем, побољшава фокус и отпорност на стрес, што може бити од кључног значаја у такмичарским условима у којима су концентрација и ментална чврстина неке од главних детерминанти успешне изведбе спортисте - пливача. Многи врхунски пливачи укључују ледене купке у своје рутине опоравка, јер позитивно делују у правцу смањења мишићног спазма, повећања еластичности мишића и убрзања регенерације ткива (Xiao et al., 2023) у периоду између трка, посебно у току вишедневних такмичења. Када се комбинује са другим методама опоравка, попут правилне исхране, хигијене сна, хидратације и масаже, ледена купка може значајно допринети дугорочној издржљивости и постизању врхунских резултата у пливању.

Поред чињенице да се користи у циљу убрзавања опоравка код здравих спортиста и рекреативаца, ледена купка има важно место и улогу и у процесу рехабилитације након повреда. Криотерапија („лечење ледом“), која подразумева третирање одређених повреда или стања ледом, хладним компресима или другим техникама хлађења, често се примењује у санирању акутних спортских повреда, као што су контузије, дистензије, дисторзије, дислокације, тендинитиси и слично, будући да утиче на смањење перцепције бола, али и смањење отока и мишићног спазма (Wilcock,

Cronin, Hing, 2006). Такође, третирање повређеног подручја ледом (или другим агенсима чије је деловање базирано на ниској температури), доводи до успоравања метаболичких процеса, што помаже у контроли упалног одговора и спречавању даљих оштећења ткива. Поред примене у иницијалној фази опоравка, употреба ледених купки и у наставку поменутог процеса може утицати на побољшање протока крви и убрзање регенерације ткива, омогућавајући спортистима бржи повратак у адекватан тренажни процес (Hohenauer, Taeymans et al., 2015). Континуирана примена ове методе, уз надзор стручног лица, може значајно утицати на скраћење времена опоравка или рехабилитације, али и на побољшање функционалности локомоторног апарата након повреде. У спортовима сличним пливању, који подразумевају да се спортисти често такмиче више пута дневно, и тако током више дана, индекс брзине опоравка је један од кључних фактора за одржавање такмичарске ефикасности и, сходно истој, планирање такмичарске стратегије. Потапање у тзв. „пливачке каде“, мобилне инсталације које се постављају у простору такмичења, пракса је која се упражњава у паузама између трка, или на крају такмичарског дана. Ови протоколи, који подразумевају претходне коадаптације органских система, убрзавају процес регенерације, односно организам се брже и ефикасније припрема за следећи наступ. Сходно наведеном, најчешће се користе следећи протоколи:

- краткотрајне ледене купке (3-5 минута у води 10-15°C): користе се одмах након трке како би се смањила упала, локализовала, односно успорио замор мишића, без претераног хлађења, које би могло негативно утицати на експлозивност у наредној трци;

- контрастне купке (наизменична излагања: 3 минута хладна вода + 2 минута топла вода, при чему се процес понавља 3-4 пута): побољшавају циркулацију и помажу у елиминацији метаболита без драстичног пада температуре мишића, што може помоћи спортистима да задрже оптимални ниво снаге за наредне наступе;

- примена у комбинацији са активним опоравком: пливање ниским интензитетом или истезање након ледене купке може побољшати флексибилност мишића и убрзати опоравак, без негативног утицаја на перформансе пливача.

Након завршетка такмичарског дана или по окончању такмичења, спортисти често примењују и дуже сесије ледених купки (10-15 минута у води 10-12°C), са циљем поспешивања регенерације ткива и смањења мишићне упале. Ово је посебно корисно за пливаче који учествују у финалним тркама или штафетама, у којима је свака секунда пресудна за постизање успеха. Ипак, важно је на-

гласити да сувише учестала примена ледених купки током вишедневних такмичења може привремено утицати на смањење мишићне снаге, односно неповољно утицати на адаптивне процесе, због чега је важно прилагодити учесталост и трајање експозиције, у складу са индивидуалним карактеристикама спортисте и потребама, које диктира само такмичење (Wilcock et al., 2006). Ефикасност употребе ледене каде у популацији врхунских спортиста потврђена је, поред истраживања, и тренажно-такмичарском праксом, због чега данас представља неизоставни део програма опоравка у врхунском спорту.

ТЕОРИЈА ПЛИВАЊА КАО САЗНАЈНИ И ЕНТИТЕТ ПРАКСЕ

Анализом већег броја информационих извора високог сазнајног нивоа (128 публикација), који су одабрани у односу на кључне речи: имерзија, пливање, хладна вода, физиологија, старење, тренинг, такмичења, спорт... утврђен је већи број повезаних референци којима је, ближе, могуће детерминисати вишеструке ефекте потапања и пливања у хладној води. Наредним сазнајним кораком, анализом селектованих референци, која би се, условно, могла назвати анализа дискурса (текст садржи смисао који се може тумачити и у њему тражити смисао), утврђени су таксони праксе и истраживачке праксе.

Идентификовани и описани таксони потапања и пливања у хладној води, у следећем сазнајном кораку, конструктивистичким приступом, издвојили су следеће сазнајне категорије животних и здравствених навика, и то:

- хорметичку категорију (коју предетерминисао ток адаптивних одговора органских система, са јасним исходом на здравствене, тренажне и бенефите животних навика);

- примењену тренажно-такмичарску категорију (која се односи на тренажно стање и припрему, потапање, опоравак, анксиозност, менаџмент тежине);

- методолошку категорију (методе и технике сазнања);

- здравствено-апликативну категорију (старење, инфламације, метаболичка, неурокогнитивна стања и обољења...);

- верску категорију (као особеност православне вере, празновање имерзијом у хладној води).

Ефекти утврђених концепата имерзије и пливања у хладној води актуелан су истраживачки простор, али и ефикасно поље кондиционирања здравља и тренираних способности човека, вештина спортисте, као и изазов за верујуће, у њиховом односу са Богом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Airo, R. M., & Lehtonen, M. (2023). Can winter swimming improve mental wellbeing?
2. Baranova, T., Rybyakova, T., Dmitrieva, M.O., Anisimov, D.A., Tarasova, M.S., Ogannisyan, M.G. (2023). Specifics of reaction of human cardiovascular system to immersion in cold water. *Medicine of Extreme Situations*. 10.47183/mes.2023.053.
3. Beley, A., Beley, P., Rochette, L., & Bralet, J. (1976). Influence de l'exposition au froid sur la synthèse de la dopamine cérébrale [Effect of cold exposure on synthesis of cerebral dopamine (author's transl)]. *Journal de physiologie*, 72(8), 1029–1034.
4. Bleakley, C. M., & Davison, G. W. (2010). What is the biochemical and physiological rationale for using cold-water immersion in sports recovery? A systematic review. *British journal of sports medicine*, 44(3), 179–187.
5. Cain T, Brinsley J, Bennett H, Nelson M, Maher C, et al. (2025) Effects of cold-water immersion on health and wellbeing: A systematic review and meta-analysis. *PLOS ONE* 20(1)
6. Checinska-Maciejewska, Z., Miller-Kasprzak, E., Checinska, A., Korek, E., Gibas-Dorna, M., Adamczak-Ratajczak, A., Bogdanski, P., & Krauss, H. (2017). Gender-related effect of cold water swimming on the seasonal changes in lipid profile, ApoB/ApoA-I ratio, and homocysteine concentration in cold water swimmers. *Journal of physiology and pharmacology : an official journal of the Polish Physiological Society*, 68(6), 887–896.
7. Christian M. (2014). Transcriptional fingerprinting of "browning" white fat identifies NRG4 as a novel adipokine. *Adipocyte*, 4(1), 50–54.
8. Cypess, A. M., & Kahn, C. R. (2010). Brown fat as a therapy for obesity and diabetes. *Current opinion in endocrinology, diabetes, and obesity*, 17(2), 143–149.
9. Czarnecka, K., Burda, K., Korczak, A., Szewczyk, O., Olek, E., Jędrzejczyk, J., Łopacińska, O., Stańczyk, K., Korn, A., Wójcik, E. (2024). The complicated relationship between asthma and swimming. *Quality in Sport*. 17. 53375. 10.12775/QS.2024.17.53375.
10. Czarnecki, J., Nowakowska-Domagala, K., Mokros, Ł. (2024). Combined cold-water immersion and breathwork may be associated with improved mental health and reduction in the duration of upper respiratory tract infection - a case-control study. *International Journal of Circumpolar Health*, 83(1).
11. Datta, A., & Tipton, M. (2006). Respiratory responses to cold water immersion: neural pathways, interactions, and clinical consequences awake and asleep. *Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985)*, 100(6), 2057–2064.
12. Diversi, T., Franks-Kardum, V., & Climstein, M. (2016). The effect of cold water endurance swimming on core temperature in aspiring English Channel swimmers. *Extreme physiology & medicine*, 5, 3.
13. Dröge W. (2003). Oxidative stress and aging. *Advances in experimental medicine and biology*, 543, 191–200.
14. Falla, M., Micarelli, A., Hüfner, K., & Strapazzon, G. (2021). The Effect of Cold Exposure on Cognitive Performance in Healthy Adults: A Systematic Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(18), 9725.
15. Fisher, F. M., Kleiner, S., Douris, N., Fox, E. C., Mepani, R. J., Verdeguer, F., Wu, J., Kharitonov, A., Flier, J. S., Maratos-Flier, E., & Spiegelman, B. M. (2012). FGF21 regulates PGC-1α and browning of white adipose tissues in adaptive thermogenesis. *Genes & development*, 26(3), 271–281.
16. Gibas-Dorna, M., Chęcińska, Z., Korek, E., Kupsz, J., Sowińska, A., & Krauss, H. (2016). Cold Water Swimming Beneficially Modulates Insulin Sensitivity in Middle-Aged Individuals. *Journal of aging and physical activity*, 24(4), 547–554.
17. Gundle, L., & Atkinson, A. (2020). Pregnancy, cold water swimming and cortisol: The effect of cold water swimming on obstetric outcomes. *Medical hypotheses*, 144, 109977.
18. Hårdstedt, M., Kristiansson, L., Seiler, C., Braman Eriksson, A., & Sundh, J. (2021). Incidence of Swimming-Induced Pulmonary Edema: A Cohort Study Based on 47,600 Open-Water Swimming Distances. *Chest*, 160(5), 1789–1798.
19. Hjorth, P., Løkke, A., Jørgensen, N., Jørgensen, A., Rasmussen, M., & Sikjaer, M. (2022). Cold water swimming as an add-on treatment for depression. A feasibility study. *European Psychiatry*, 65(S1), S559–S560.
20. Hohenauer, E., Taeymans, J., Baeyens, J. P., Clarys, P., & Clijnsen, R. (2015). The Effect of Post-Exercise Cryotherapy on Recovery Characteristics: A Systematic Review and Meta-Analysis. *PloS one*, 10(9), e0139028.
21. Hohmann, E., Glatt, V., Tetsworth, K. (2018). Swimming induced pulmonary oedema in athletes - a systematic review and best evidence synthesis. *BMC sports science, medicine & rehabilitation*, 10, 18.
22. Huo, C., Song, Z., Yin, J., Zhu, Y., Miao, X., Qian, H., Wang, J., Ye, L., & Zhou, L. (2022). Effect of Acute Cold Exposure on Energy Metabolism and Activity of Brown Adipose Tissue in Humans: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Frontiers in physiology*, 13, 917084.
23. Ikeda, K., Yamada, T. (2020). UCP1 Dependent and Independent Thermogenesis in Brown and Beige Adipocytes. *Frontiers in endocrinology*, 11, 498.
24. Ishibashi, J., & Seale, P. (2010). Medicine. Beige can be slimming. *Science (New York, N.Y.)*, 328(5982), 1113–1114.
25. Jones, D. M., Bailey, S. P., Roelands, B., Buono, M. J., & Meeusen, R. (2017). Cold acclimation and cognitive performance: A review. *Autonomic neuroscience : basic & clinical*, 208, 36–42.
26. Kelly JS, Bird E. (2022). Improved mood following a single immersion in cold water. *Lifestyle Med*.
27. Kiefer F. W. (2017). The significance of beige and brown fat in humans. *Endocrine connections*, 6(5), R70–R79.
28. Kierzenkowska, M.C., Woźniak, A., Boraczyński, T., Szpinda, M., Woźniak, B., Jurecka, A., Szpinda, A. (2012). Thermal stress and oxidant–antioxidant balance in experienced and novice winter swimmers. *Journal of Thermal Biology*, Volume 37, Issue 8, Pages 595–601.

29. Knechtle, B., Waśkiewicz, Z., Sousa, C. V., Hill, L., & Nikolaidis, P. T. (2020). Cold Water Swimming-Benefits and Risks: A Narrative Review. *International journal of environmental research and public health*, 17(23), 8984.
30. Kralova Lesna, I., Rychlikova, J., Vavrova, L., & Vybiral, S. (2015). Could human cold adaptation decrease the risk of cardiovascular disease?. *Journal of thermal biology*, 52, 192–198.
31. Kunutsor, S. K., Lehoczk, A., & Laukkanen, J. A. (2024). The untapped potential of cold water therapy as part of a lifestyle intervention for promoting healthy aging. *GeroScience*, 10.1007/s11357-024-01295-w. Advance online publication.
32. Kunutsor, S. K., Lehoczk, A., & Laukkanen, J. A. (2024). The untapped potential of cold water therapy as part of a lifestyle intervention for promoting healthy aging. *GeroScience*, 10.1007/s11357-024-01295-w. Advance online publication.
33. Liguori, I., Russo, G., Curcio, F., Bulli, G., Aran, L., Della-Morte, D., Gargiulo, G., Testa, G., Cacciatore, F., Bonaduce, D., & Abete, P. (2018). Oxidative stress, aging, and diseases. *Clinical interventions in aging*, 13, 757–772.
34. Lipińska, J., Kowalczyk, M., Lipiński, Ł., Kopeć, I., Margas, M. (2024). Health effects of cold water immersion and swimming and its influence on the human body. *Journal of Education, Health and Sport*. 52. 155-168. 10.12775/JEHS.2024.52.011.
35. López-Ojeda, W., & Hurley, R. A. (2024). Cold-Water Immersion: Neurohormesis and Possible Implications for Clinical Neurosciences. *The Journal of neuropsychiatry and clinical neurosciences*, 36(3), A4–A177.
36. Lowell, B. B., & Spiegelman, B. M. (2000). Towards a molecular understanding of adaptive thermogenesis. *Nature*, 404(6778), 652–660.
37. Lund, K. L., Mahon, R. T., Tanen, D. A., & Bakhda, S. (2003). Swimming-induced pulmonary edema. *Annals of Emergency Medicine*, 41(2), 251–256.
38. Manolis, A. S., Manolis, S. A., Manolis, A. A., Manolis, T. A., Apostolaki, N., & Melita, H. (2019). Winter Swimming: Body Hardening and Cardiorespiratory Protection Via Sustainable Acclimation. *Current sports medicine reports*, 18(11), 401–415.
39. Mantoni, T., Belhage, B., Pedersen, L. M., & Pott, F. C. (2007). Reduced cerebral perfusion on sudden immersion in ice water: a possible cause of drowning. *Aviation, space, and environmental medicine*, 78(4), 374–376.
40. Meikle, P. J., & Summers, S. A. (2017). Sphingolipids and phospholipids in insulin resistance and related metabolic disorders. *Nature reviews. Endocrinology*, 13(2), 79–91.
41. Mekjavić, I. B., La Prairie, A., Burke, W., & Lindborg, B. (1987). Respiratory drive during sudden cold water immersion. *Respiration physiology*, 70(1), 121–130.
42. Mika, A., Sledzinski, T., & Stepnowski, P. (2019). Current Progress of Lipid Analysis in Metabolic Diseases by Mass Spectrometry Methods. *Current medicinal chemistry*, 26(1), 60–103.
43. Mishra, S., Manjareeka, M., Mishra, J. (2012). Blood pressure response to cold water immersion test. *IJBPA*. November, 2012, 1(10): 1483-1491
44. Nicholls, D. G., & Locke, R. M. (1984). Thermogenic mechanisms in brown fat. *Physiological reviews*, 64(1), 1–64.
45. Ntoumani, M., Dugué, B., Rivas, E., & Gongaki, K. (2023). Thermoregulation and thermal sensation during whole-body water immersion at different water temperatures in healthy individuals: A scoping review. *Journal of thermal biology*, 112, 103430.
46. Oliver, B. (2021), "Cold water swimming for well-being", *Journal of Public Mental Health*, Vol. 20 No. 2, pp. 105-110
47. Ono, M., Wahl, M., Mekonen, R., Kemp-Smith, K., Furness, J. (2025). Cold water immersion: Exploring the effects on well-being – scoping review. *International Journal of Wellbeing*, 15(1), 3981, 1-19
48. Обрадовић, А. (2024). Утицај хипербаричне оксигенације на параметре оксидативног стреса и антиоксидативне заштите након акутног излагања физичкој активности (Мастер рад). Медицински факултет Универзитета у Београду, Београд.
49. Paz, P., Makram, J., Mallah, H., Mantilla, B., Ball, S., & Nugent, K. (2020). Swimming-induced pulmonary edema. *Proceedings (Baylor University. Medical Center)*, 33(3), 409–412.
50. Peres Valgas da Silva, C., Hernández-Saavedra, D., White, J. D., Stanford, K. I. (2019). Cold and Exercise: Therapeutic Tools to Activate Brown Adipose Tissue and Combat Obesity. *Biology*, 8(1), 9.
51. Petrovic, N., Walden, T. B., Shabalina, I. G., Timmons, J. A., Cannon, B., & Nedergaard, J. (2010). Chronic peroxisome proliferator-activated receptor gamma (PPARgamma) activation of epididymally derived white adipocyte cultures reveals a population of thermogenically competent, UCP1-containing adipocytes molecularly distinct from classic brown adipocytes. *The Journal of biological chemistry*, 285(10), 7153–7164.
52. Pound, M., Massey, H., Roseneil, S., Williamson, R., Harper, C. M., Tipton, M., Shawe, J., Felton, M., & Harper, J. C. (2024). How do women feel cold water swimming affects their menstrual and perimenopausal symptoms?. *Post reproductive health*, 30(1), 11–27.
53. Pound, M., Massey, H., Roseneil, S., Williamson, R., Harper, M., Tipton, M., Shawe, J., Felton, M., & Harper, J. (2024). The swimming habits of women who cold water swim. *Women's health (London, England)*, 20, 17455057241265080.
54. Ptaszek, B., Podsiadło, S., Czerwińska-Ledwig, O., Teległów, A., Pilch, W., & Sadowska-Krępa, E. (2024). The Influence of Whole-Body Cryotherapy or Winter Swimming on the Activity of Antioxidant Enzymes. *Biology*, 13(5), 295.
55. Saelens, C. H., Geiger, K., & Drexel, H. (2012). Brown versus white adipose tissue: a mini-review. *Gerontology*, 58(1), 15–23.
56. Saito, M., Okamatsu-Ogura, Y., Matsushita, M., Watanabe, K., Yoneshiro, T., Nio-Kobayashi, J., Iwanaga, T., Miyagawa, M., Kameya, T., Nakada, K., Kawai, Y., & Tsujisaki, M. (2009). High incidence of metabolically active brown adipose tissue in healthy adult humans: effects of cold exposure and adiposity. *Diabetes*, 58(7), 1526–1531.

57. Scheele, C., & Nielsen, S. (2017). Metabolic regulation and the anti-obesity perspectives of human brown fat. *Redox biology*, 12, 770–775
58. Schrauwen, P., & van Marken Lichtenbelt, W. D. (2016). Combatting type 2 diabetes by turning up the heat. *Diabetologia*, 59(11), 2269–2279.
59. Seale, P., Bjork, B., Yang, W., Kajimura, S., Chin, S., Kuang, S., Scimè, A., Devarakonda, S., Conroe, H. M., Erdjument-Bromage, H., Tempst, P., Rudnicki, M. A., Beier, D. R., & Spiegelman, B. M. (2008). PRDM16 controls a brown fat/skeletal muscle switch. *Nature*, 454(7207), 961–967.
60. Shattock, M. J., & Tipton, M. J. (2012). 'Autonomic conflict': a different way to die during cold water immersion?. *The Journal of physiology*, 590(14), 3219–3230.
61. Shawe, J., Felton, M., Harper, J., Harper, C.M., Stidson, R., Tipton, M., Blowers, S., Fraser, K., Hingley, S., McGrath, E., Bainbridge, G. and Heather, M. (2025), Cold Water Swimming and Pregnancy: A Scoping Review and Consensus Recommendations. *Lifestyle Med*.
62. Shoemaker, N.L., Wilson, L.C., Lucas, J.E.S., Machado, L., Thomas, K.N., Cotter, J.D. (2019). Swimming-related effects on cerebrovascular and cognitive function. *Physiol Rep*, 7(20), 2019, e14247.
63. Solberg K. (2014). Jonas Gahr Støre: health as a collective responsibility. *Lancet*, London, England. 383(9923), e15.
64. Srámek, P., Simecková, M., Janský, L., Savlíková, J., & Vybíral, S. (2000). Human physiological responses to immersion into water of different temperatures. *European journal of applied physiology*, 81(5), 436–442.
65. Stanford, K. I., Middelbeek, R. J., & Goodyear, L. J. (2015). Exercise Effects on White Adipose Tissue: Beiging and Metabolic Adaptations. *Diabetes*, 64(7), 2361–2368.
66. Sustarsic, E. G., Ma, T., Lynes, M. D., Larsen, M., Karavaeva, I., Havelund, J.F., Nielsen, C.H., Jedrychowski, M. P., Moreno-Torres, M., Lundh, M., Plucinska, K., Jespersen, N. Z., Grevengoed, T. J., Kramar, B., Peics, J., Hansen, J. B., Shamsi, F., Forss, I., Neess, D., Keipert, S., ... Gerhart-Hines, Z. (2018). Cardiolipin Synthesis in Brown and Beige Fat Mitochondria Is Essential for Systemic Energy Homeostasis. *Cell metabolism*, 28(1), 159–174.e11.
67. Tayebi, S. M., Motaghinasab, S., Eslami, R., Ahmadabadi, S., Basereh, A., & Jamhiri, I. (2024). Impact of 8-week cold-and warm water swimming training combined with cinnamon consumption on serum METRN, HDAC5, and insulin resistance levels in diabetic male rats. *Heliyon*, 10(8), e29742.
68. Teległów, A., Frankiewicz, M., & Marchewka, J. (2025). Passion and Health: How Winter Swimming Influences Blood Morphology and Rheology. *Applied Sciences*, 15(3), 1514.
69. U-Din, M., de Mello, V. D., Tuomainen, M., Raiko, J., Niemi, T., Fromme, T., Klävis, A., Gautier, N., Haimilahti, K., Lehtonen, M., Kristiansen, K., Newman, J. W., Pietiläinen, K. H., Pihlajamäki, J., Amri, E. Z., Klingenspor, M., Nuutila, P., Pirinen, E., Hanhineva, K., & Virtanen, K. A. (2023). Cold-stimulated brown adipose tissue activation is related to changes in serum metabolites relevant to NAD+ metabolism in humans. *Cell reports*, 42(9), 113131.
70. van Tulleken, C., Tipton, M., Massey, H., & Harper, C. M. (2018). Open water swimming as a treatment for major depressive disorder. *BMJ case reports*, 2018, bcr2018225007.
71. Vargas-Castillo, A., Fuentes-Romero, R., Rodriguez-Lopez, L. A., Torres, N., & Tovar, A. R. (2017). Understanding the Biology of Thermogenic Fat: Is Browning A New Approach to the Treatment of Obesity?. *Archives of medical research*, 48(5), 401–413.
72. Villarroja, F., Cereijo, R., Villarroja, J., & Giralt, M. (2017). Brown adipose tissue as a secretory organ. *Nature reviews. Endocrinology*, 13(1), 26–35.
73. Wesołowski, R., Mila-Kierzenkowska, C., Pawłowska, M., Szewczyk-Golec, K., Saletnik, Ł., Sutkowy, P., & Woźniak, A. (2023). The Influence of Winter Swimming on Oxidative Stress Indicators in the Blood of Healthy Males. *Metabolites*, 13(2), 143.
74. Wilcock, I. M., Cronin, J. B., & Hing, W. A. (2006). Physiological response to water immersion: a method for sport recovery?. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 36(9), 747–765.
75. Wu, J., Boström, P., Sparks, L. M., Ye, L., Choi, J. H., Giang, A. H., Khandekar, M., Virtanen, K. A., Nuutila, P., Schaart, G., Huang, K., Tu, H., van Marken Lichtenbelt, W. D., Hoeks, J., Enerbäck, S., Schrauwen, P., & Spiegelman, B. M. (2012). Beige adipocytes are a distinct type of thermogenic fat cell in mouse and human. *Cell*, 150(2), 366–376.
76. Xiao, F., Kabachkova, A. V., Jiao, L., Zhao, H., & Kapilevich, L. V. (2023). Effects of cold water immersion after exercise on fatigue recovery and exercise performance--meta analysis. *Frontiers in physiology*, 14, 1006512.
77. Yankouskaya, A., Massey, H., Totman, J. J., Lai, L. H., & Williamson, R. (2023). The Effects of Whole-body Cold-water Immersion on Brain Connectivity Related to the Affective State in Adults Using fMRI: A Protocol of a Pre-post Experimental Design. *Bio-protocol*, 13(17).

HEALTH AND TRAINING-COMPETITION TAXON CATEGORIZATION OF BODY IMMERSION AND COLD WATER SWIMMING

CATEGORIZACIÓN DE SALUD Y DE ENTRENAMIENTO-COMPETICIÓN DE LOS TAXONES DE INMERSIÓN DEL CUERPO Y NATACIÓN EN AGUAS FRÍAS

Sebastijan Higl¹, Aleksandra Obradović²

¹Faculty of Sport and Physical Education, University of Belgrade, Serbia

²Faculty of Medical Sciences, University of Kragujevac, PhD student, Serbia

Abstract

Immersion and swimming in cold water are an integral part of the human evolution, but also an element and legacy of cultural and religious heritage. It is an integral part of life practice that is becoming more and more popular due to the recognition of the benefits it provides, both in the method of training sports on land, in water and on water, as well as in terms of a person's overall health, age and lifespan. By identifying and analyzing 128 articles from four scientific databases, several areas of knowledge related to the effects of stress, cold water and swimming, i.e. the responses of organic systems and their co-adaptations, were determined. It was determined that empirical facts, theoretical generalizations, as well as practice models were established around a large number of facts of an interdisciplinary and multidisciplinary nature of knowledge (classification). In the next step, they were systematized into cognitive frameworks - taxa, as axioms rich in facts of empirical and theoretical experience. Taxa are named on the basis of the cognitive being that "does" in them, and that: a) respiration and circulation; b) inflammatory course; c) immune response; g) stress and anxiety; d) aging; f) training and competitive abilities; e) prophylaxis; h) rehabilitation; z) methodological challenges; i) religious customs; j) life habits. By identifying, categorizing and systematizing inter and multidisciplinary facts, a cognitive construct was created for further study and scientific affirmations, encouraging sports practice, recovery, directing life habits, as well as theories related to healthy aging and lifespan. No less important are the facts of the practice of cold water immersion and swimming for life habits, and as part of religious customs.

Key words: IMMERSION/ PROPHYLAXIS/ HEALTHY AGING/
ANALYSIS OF THE MEANING

Resumen

Sumergirse y nadar en agua fría es parte de la evolución humana, pero también un elemento y legado de su patrimonio cultural y religioso. Es parte integral de una práctica de estilo de vida que cada vez está volviéndose más popular debido al reconocimiento de los beneficios que proporciona, tanto en la metodología de entrenamiento deportivo en tierra, dentro y sobre el agua, como también en términos de los efectos positivos sobre la salud general de una persona. Mediante la identificación y análisis posterior de 128 artículos de cuatro bases de datos científicas, se determinaron varias áreas de conocimiento relacionadas con los efectos del estrés, el agua fría y la natación, o más bien, con las respuestas de los sistemas de órganos y sus coadaptaciones. Se ha establecido que los hechos empíricos, las generalizaciones teóricas, así como los modelos de práctica se establecen en torno a un gran número de hechos de carácter interdisciplinario y multidisciplinario del conocimiento (clasificación). En el siguiente paso, se sistematizaron en marcos cognitivos: taxones, como axiomas ricos en hechos de experiencia empírica y teórica. Los taxones se nombraron a base del ser cognitivo que "duerme" en ellos; a) respiración y circulación; b) curso inflamatorio; c) respuesta inmune; d) estrés y ansiedad; e) envejecimiento; f) habilidades de entrenamiento y competición; g) profilaxis; h) rehabilitación; h) desafíos metodológicos; i) costumbres religiosas; j) hábitos de vida. A través de la identificación, categorización y sistematización de hechos inter y multidisciplinarios, se ha creado un constructo cognitivo para su posterior estudio y afirmación científica, incentivando la práctica deportiva, la recuperación, orientación de hábitos de vida, así como teorías relacionadas con el envejecimiento saludable y la esperanza de vida. No menos importantes son los hechos de la práctica de la inmersión y la natación en agua fría para hábitos de vida y como actos de costumbres religiosas.

Palabras clave: INMERSIÓN/ PROFILAXIS/ ENVEJECIMIENTO
SALUDABLE/ ANÁLISIS DE SENTIDO

EVOLUTIONARY INTUITION, AFFIRMED LIFE AND SPORTS PRACTICE

The constant striving for health, as well as the concern for known and numerous public health problems, are closely related to the tendency towards a longer, better and meaningful life. Therefore, health is not only a personal, but also a social responsibility (Solberg, 2014), because the influence on the health of the individual is largely influenced by wider social and economic structures. In other words, it is a *de facto* social goal, since a healthy population contributes to sustainable socio-economic development, promoting productivity and well-being within the community. Because of this, but also for numerous other reasons, public health becomes one of the key formative elements of the development and functioning of society.

With the development of human consciousness, experience, learning and the ability to reason, in man's search for health, the originally dominant motive of survival was replaced by the motive of achieving a better life quality. However, in modern society, the aforementioned is becoming an increasingly complex and layered phenomenon, which includes collective physical, spiritual, social and mental health. Bearing in mind the above, it is clear that through various prophylactic and therapeutic actions, man continuously strives to improve the quality of his own life, to extend his health and lifespan. These efforts are contained in the concept of "healthy aging". Scientific fields dealing with healthy aging agree that one of the factors of health and longevity is physical activity (including swimming), which can be used to improve health status in a simple and affordable way. Physical activity and individual health, in accordance with the Japanese philosophy of *ikigai*, leads to benefits, both on an individual and social level.

Thanks to the social, educational and pragmatic value it possesses, thinking about swimming, as a broader construct, has been improved over the years and seems to have moved significantly from utilitarian and sanitary aspects to prophylactic, therapeutic, didactic, religious, as well as sports and recreational space, while at the beginning of the 20th century formative and health values receive more and more attention. In other words, although cold water immersion and swimming (colder than 15°C, Suomen Latu Outdoor Association, 2022) are not a new practice, but a kind of religious and cultural heritage, they have recently become one of the most noticed global trends in the world of recreation and sports, that is, in the fitness and wellness industry. In this regard, there is a clear global expansion in terms of the development

of methods associated with immersion / submersion, staying and swimming in cold water, according to which the identification, analysis and classification of benefits, risks and advantages of the mentioned activities consecutively become cognitive processes of importance! Bearing in mind that immersion and swimming in cold water cause different acute and chronic effects, depending on the method, frequency and duration of the exposure itself, there is also a need for precise identification of taxa (conditionally groups of theories) and their allocation into clearly determined logical-cognitive categories. The determination, classification and hierarchy of taxa will enable a fundamental scientific and practical understanding of the subject of this paper – cold water immersion and swimming, and its formation as a life and sports theory that has been studied and, according to the results of scientific facts and the affirmation of the principles of good practice, disseminated in a clear scientific context.

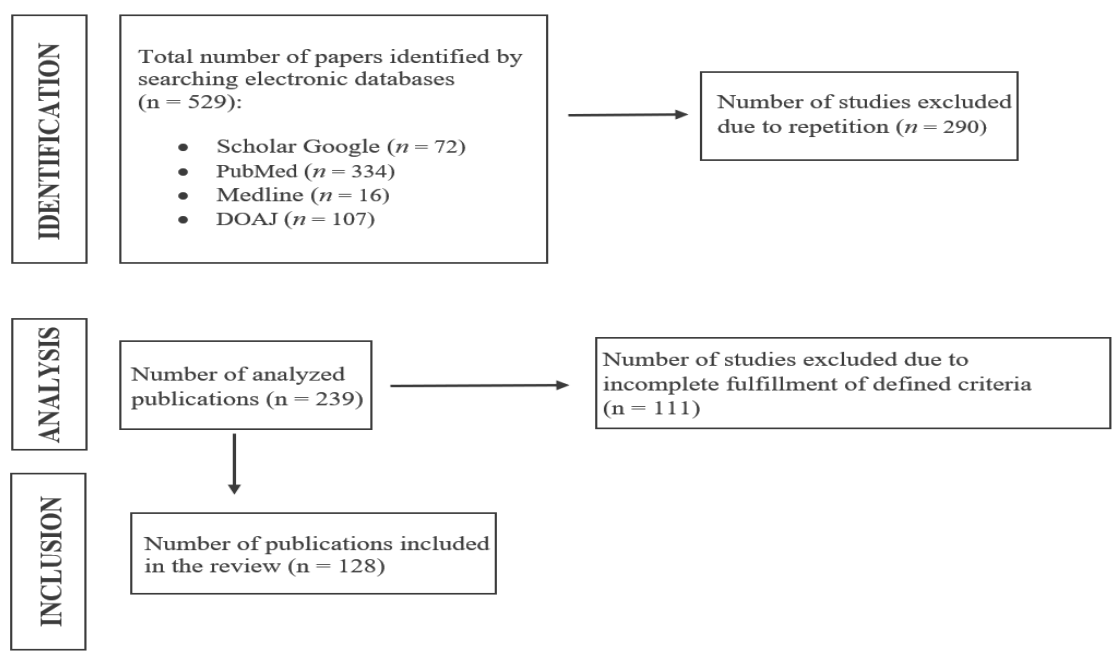
COLD WATER SWIMMING: A HEALTHY AND BENEFICIAL PRACTICE, A CHALLENGE OR A TREND?

Swimming in cold water introduces physiologically intact organisms into a state of multiplane stress, considering the exposure of the body to unusually low water temperatures. Despite this fact, in individuals with a good general health status, it has been observed that the aforementioned activity (if properly programmed, dosed and continuously implemented) can result in numerous health benefits for the entire system (Manolis A, Manolis S. et al, 2019). On the other hand, inadequate immersion and swimming in cold water, which most often implies uncontrolled exposure, also carries the risk of a fatal outcome, due to the initial neurogenic response to the shock that extremely low water temperature can cause on a whole range of organic systems, i.e., due to an excessive reduction in energy production, it can lead to progressive hypothermia (Knechtle, Waśkiewicz et al, 2020). Hypothermia can also be observed at relatively high water temperatures (15+°), due to exhaustion of energy sources for the functioning of the body. In this regard, it is extremely important to emphasize (and thus study) that the health benefits of submersion and swimming in cold water are the result of human capacity, both immediate accommodation (acute), and above all, chronic co-adaptation of a large number of organic systems. With continuous exposures, the capacity of co-adaptations expands, outgrowing their chronic form, which implies a significant health effect, given that they imply a dynamic, local or systemic ad-

aptation of the organism to a (eu)stressor. On the other hand, although immersion and swimming in cold water (primarily in the winter) for many is a challenge, i.e. a means of testing one's own psychophysical limits, with the development of social networks and an increase in interest in leading a healthy lifestyle, swimming in cold water has become a global trend and challenge. Therefore, the mentioned activity, along with immersion in similar conditions, is often promoted as one of the ways to achieve a better physical appearance, longevity, but it is also a way of having fun, proving oneself, that is, expressing belonging to certain social, value, and religious circles.

Content analysis and deduction of relevant conclusions resulted from researching of four online directories, namely: PubMed, Google Scholar, MEDLINE, DOAJ, according to different combinations of key-

words listed in the abstract. Five hundred and twenty nine (529) papers were initially selected from the databases. After detection and elimination of duplicates, 239 publications were included in the process of further analysis. The criteria for including the publication in the review included the following conditions: 1) the publication refers to immersion or swimming in water of different temperatures, 2) the research was conducted on a human sample, 3) the paper was published in the period 2008-2025. year, 4) the key words according to which the search was performed are found in the title of the publication. Due to the incomplete fulfillment of the defined criteria, 111 publications were excluded from the analysis, which means that the final literature review included 128 publications (scheme 1), processed and presented through several separate groups of knowledge, taxa.



Scheme 1. Study identification and inclusion procedure aligned with recommended guidelines for reporting in systematic reviews and meta-analyses (PRISMA flow diagram)

It is clear that cold water swimming and immersion is more than a physical activity; it is a complex practice that offers significant health benefits, while at the same time presenting a challenge to the body and mind, which also carries certain risks that require caution, which once again indicates the importance of determining reaction agents, their classification, shaping them into groups of knowledge (taxa) and a complete theoretical-practical construct. In a way, the theoretical foundation is followed by a didactic and methodical framework that translates immersion

and swimming in cold water into a safe and prophylactic activity. The cognitive concept of this analysis and deduction, opened the process of systematics. The translation of empirical facts into theoretical generalizations and practice models was established around a large number of facts of an interdisciplinary and multidisciplinary nature of knowledge (classification). In the next step, systematization was carried out into cognitive frameworks - taxa, as axioms that make up rich empirical and theoretical experiences in which high cognitive capacity “doze”, namely:

Cardiovascular and respiratory system taxon

Numerous studies have recognized the positive effect of immersion and swimming in cold water on the respiratory and cardiovascular systems, but also on cardiovascular risk factors, primarily on blood pressure and lipid profile (Kralova Lesna, Rychlikova et al, 2015; Gibas-Dorna, Chęcińska, Korek et al, 2016; Checinska-Maciejewska, Miller-Kasprzak et al, 2017). The core of the response of the mentioned systems to exposure to immersion and swimming in cold water are the consequences of increased activation of the sympathetic nervous system, caused by exposure to low temperatures, the most noticeable of which are vasoconstriction and activation of thermogenesis (Shattock, Tipton, 2012; Srámek, Simecková, Janský et al, 2000). In addition to the above, a significant increase in blood pressure (Mishra, Manjareeka et al, 2012; Baranova et al, 2023), heart rate and cardiac output (Shattock, Tipton, 2012), as well as a decrease in cerebral blood perfusion (Mantoni, Belhage et al, 2007), an increase in the level of fibrinogen in plasma (Esperland, de Weerd, Mercer, 2022) etc. was noticed. One of the most recent studies that observed the effects of swimming in extremely cold water indicated that winter swimming promotes positive changes in both the morphology and rheology of blood cells (Teległów, Frankiewicz, Marchewka, 2025). However, it is very important to emphasize that people who suffer from various cardiovascular diseases (and for whom swimming is often advised as a suitable physical activity) may be significantly more susceptible to the harmful effects of exposure to cold water, which primarily involve the provocation or worsening of arrhythmias, i.e. various types of life-threatening heart rhythm alterations (Manolis et al, 2019).

When it comes to the respiratory system, it is known that exposure of the system to cold water causes a series of physiological reactions, including a significant increase in the frequency of breathing, i.e. changes in its speed (Datta, Tipton, 2006). Through the gasp reflex, which is also the initial part of the automatic response to exposure to cold water, the body manifests a tendency to reduce heat dissipation by modifying respiratory patterns and activate mechanisms that ensure greater breathing efficiency (Mekjavić, La Prairie, Burke, Lindborg, 1987). Also, one of the more recent publications indicated that cold water stimulates thermoreceptors in the skin, which leads to an increase in the rate of breathing, with the aim of improving the overall oxygenation of the system, i.e. the supply of tissues with oxygen (Ntoumani, Dugué, Rivas, Gongaki, 2023). In healthy adults, especially

those with asthma, or other respiratory conditions, it has been observed that exposure to cold water can cause bronchoconstriction, where the cold air combined with swimming in cold water causes the airways to narrow, which further leads to difficulty breathing, the manifestation of asthma attacks (or individual symptoms, such as constant coughing, wheezing, etc.) (Diversi, Franks-Kardum, Climstein, 2016), and in some cases to pulmonary edema (Lund, Mahon et al, 2003; Hohmann, Glatt, Tetsworth, 2018; Paz, Mallah et al, 2020; Hårdstedt, Seiler et al, 2021; Czarnecka, Korczak et al, 2024). Also, in individuals who actively swim in winter conditions, a 40% reduction in the incidence of upper respiratory tract infections was observed (Lipińska, Kowalczyk et al, 2024; Czarnecki, Nowakowska-Domagala, Mokros, 2024). The application of various breathing techniques, which are often applied with different modalities of immersion and swimming in cold water, opens a series of questions related to the development of the ability to control breathing by controlling these agents, which could be especially useful for people with reduced respiratory function, caused by various health problems.

Stimulation of hormone synthesis and secretion taxon

Bearing in mind the fact that immersion and swimming in cold water represent a unique type of stress to which the body is exposed, it is reasonable to expect changes in the synthesis of hormones that play a key role in stress regulation and adaptation of the body to extreme conditions. In this regard, catecholamines, insulin, thyroid-stimulating hormone (TSH), adrenocorticotrophic hormone (ACTH) and cortisol stand out, in the reviewed publications, as hormones with a pronounced reaction to stress induced by the mentioned agents (Knechtle et al, 2020). The same tendency was noted in studies that examined the levels of dopamine in the striatum and cortex, which is considered an integral part of the response to the so-called "cold shock" (Beley A, Beley P et al, 1976), as well as research focused on serotonin levels (López-Ojeda, Hurley, 2024). The effect on insulin metabolism is particularly interesting, although at first it seems to be a gender determined mechanism (Gibas-Dorna et al, 2016). In one of the most famous studies that observed the mentioned problem, thirty swimmers engaged in ice swimming / winter swimming, were followed during six months, with the main observed parameters being their morphology and insulin sensitivity (Gibas-Dorna et al, 2016). Subjects who swam in cold water showed, as expected, tendencies towards a higher percentage of body fat, with no-

ticeable differences between the genders, compared to the control group. In subjects with a lower percentage of body fat, regardless of gender, an increase in insulin sensitivity was observed, but also a total decrease in insulin secretion (Gibas-Dorna et al, 2016). In a group of subjects who swam in 0–3°C water for 20 seconds, three times a week, for 12 weeks, a significant increase in ACTN, cortisol and norepinephrine levels was observed (Leppäluoto, 2008). Also interesting are recent studies that examined the effects of cold water swimming on pregnant women, which concluded that regular, properly programmed exposure to cold water leads to the suppression of corticotropin-releasing hormone (CRH) levels in the circulation, which consequently affects the reduction of chronic stress (Gundle, Atkinson, 2020). Chronic stress, to which pregnant women are exposed, is often associated with complications such as low birth weight of babies, as well as premature birth. Accordingly, swimming and immersion in cold water of appropriate quality, under controlled conditions, can potentially affect the reduction of stress levels in pregnant women, i.e. better outcomes of childbirth itself (Gundle, Atkinson, 2020; Shawe, Felton, Harper et al, 2025).

A taxon of morphological, anatomical and physiological conversions of light to dark adipose tissue

In the human body, there are two dominant types of adipose tissue that have antagonistic functions: white adipose tissue (WAT), which stores excess energy obtained from food in the form of triglycerides (and releases it according to the body's energy needs), and brown (dark) adipose tissue (BAT), determined to release energy through thermogenesis (Saely, Geiger, Drexel, 2012). Research has shown that disturbances in BAT metabolism plays a key role in the pathophysiology of obesity and multiorgan insulin resistance (Saito et al, 2009; Schrauwen, van Marken Lichtenbelt, 2016; Scheele, Nielsen, 2017; U-Din, de Mello, Tuomainen et al, 2023). Consequently, and due to its unique ability to convert excess energy into heat, dark adipose tissue is considered a new potential “target” in the determination of physiological assumptions in the fight against preclinical and clinical obesity, which accompany the so-called metabolic diseases (Cypess, Kahn, 2010; Huo, Song, Yin et al, 2022). It is also important to point out that BAT is innervated by both sympathetic and sensory nerves, and that it is characterized by the presence of multilocular lipid droplets, a large number of mitochondria and significantly increased expression of the mitochondrial protein UCP1 (Nicholls, Locke, 1984). When activated,

the aforementioned protein separates the processes of mitochondrial respiration and ATP synthesis (Lowell, Spiegelman, 2000), which means that it consequently affects the increase of proton leakage through the inner mitochondrial membrane, releasing energy in the form of heat (Ikeda, Yamada, 2020). Regarding exposure to cold temperatures, studies shows that structural changes in lipid metabolism due to exposure to cold, such as immersion and swimming in cold water, may have an important function in the thermogenesis of BAT, and thus potentially improve metabolic health, with the aforementioned adaptations observed already after the third day of exposure (Faber, Zhu, Castellino et al, 2014; Meikle, Summers, 2017; Sustarsic, Ma, Lynes et al, 2018; Mika, Sledzinski, Stepnowski, 2019). Dark adipose tissue is especially present in newborns, i.e. in the organisms of young mammals, where it has a key role in thermoregulation, i.e. survival at low temperatures. Although for a very long time it was considered that it is not present in the system of adults, or that it has almost no significance, recent research increasingly proves that adults also possess metabolically active dark adipose tissue, which can play an important role in maintaining energy homeostasis in the body (Saito, Okamatsu-Ogura et al, 2009; Saely et al., 2012). Light adipocytes, derived from the BAT, accordingly share many features with dark adipocytes, such as multilocular lipid droplets, increased mitochondrial density, and high levels of UCP1, in addition to increased capacity for oxidation and thermogenesis (Seale, Bjork et al, 2008; Wu, Boström et al, 2012; Kiefer, 2017; Perez Valgas da Silva, Hernández-Saavedra, White, Stanford, 2019). Also, it is interesting to point out that agents such as cold, i.e. exercise - swimming in cold water, are important inducers of the conversion of light adipocytes into dark ones (Petrovic, Walden, Shabalina et al, 2010; Stanford, Middelbeek, Goodyear, 2015), since the conversion initiated by exercise and cold increases the number of metabolically active cells in BAT, which essentially represents one of the newer effective strategies to combat clinical obesity and T2DM (Ishibashi, Seale, 2010; Gibas-Dorna et al, 2016; Vargas-Castillo, Fuentes-Romero, Rodriguez-Lopez et al, 2017; Tayebi, Motaghinasab, Eslami et al, 2024). A review of available publications also observed a connection between exposure to cold and the genesis of BAT through batokine signaling, i.e. stimulation of interleukin 6, neuregulin 4 and FGF21 (Fisher, Kleiner et al, 2012; Christian, 2014; Villarroja, Cereijo et al, 2017). Considering that swimming and exposure to cold, individually, can positively influence the management of body composition and insulin sensitivity, it is clear that a careful combination of the mentioned methods could potentially develop a new

approach aimed at combating obesity, which could act within a population at high risk for the development of T2DM and other metabolic disorders. This, in a practical sense, represents an unequivocal expansion of the theoretical framework of swimming physiology in the area of immersion and cold water taxa, but also in the area of swimming prophylaxis by stimulating the metabolic capacity and function of adipose tissue as an organ.

Oxidative stress taxon

Swimming and immersion in cold water, in terms of local and systemic oxidative stress (OS), may have a dual role; Although swimming in extremely cold water can be a significant factor in the genesis of OS, especially in the case of untrained and unadapted individuals (Kierzenkowska, Woźniak, Boraczyński et al, 2012; Knechtle et al, 2020), it can also stimulate the body to increase the production of antioxidants, which help to fight it (Wesołowski, Kierzenkowska et al, 2023). Also, bearing in mind that swimming, as a form of physical exercise, has a positive effect on the antioxidant protection system (Siems, Brenke et al, 1999), i.e. that it does not lead to a significant acute increase in the level of oxidative stress in the plasma of the exposed individual (Obradović, 2024), it is important to emphasize that short-term exposures to cold water (cold water immersion or swimming), can also induce a number of positive adaptive responses, including increasing levels of antioxidant enzymes, which help both in neutralizing free radicals and reducing inflammatory responses (Siems et al, 1999; Ptaszek, Podsiadlo et al, 2024; Shawe et al, 2025). In other words, long-term observed, regular and controlled swimming in cold water, as well as immersion in the same conditions, can affect the reduction of OS levels, but also the general improvement of the capacity and quality of the antioxidant system, which can prevent numerous pathologies associated with its increased concentration. Also, in addition to common pathological conditions, oxidative stress is, according to one of the numerous theories, also related to biological human aging (Dröge, 2003). In accordance with the fact that the life expectancy of the population has been significantly shortened after the COVID pandemic, it is not difficult to conclude that the listed and other benefits of immersion and swimming in cold water can be used as a medium of health management, affirming factors that, to a certain extent, can influence the genesis of conditions and diseases that positively correlate with aging (Liguori, Russo, Curcio et al, 2018), but negatively affect the quality of life. In other words, one of the imperatives of modern

societies that strive for a healthy population is certainly the development and implementation of various healthy aging strategies, which suppress - slow down the factors that affect it. Part of one of them is cold water swimming, which has a positive effect on cardiometabolic risk factors, stimulates the conversion of fat tissue, contributes to mental health, the quality and quantity of sleep of elderly people, etc (Kunutsor, Lehoczki, Laukkanen, 2024).

Taxon of mental health and cognitive efficiency

Immersion in cold water has a significant impact on mental health, as it affects the relief of symptoms of stress, anxiety and depression (van Tulleken, Tipton et al, 2018; Oliver, 2021; Pound, Massey, Rosenel et al, 2024; Pound Massey et al, 2024a). Also, in one of the more recent studies, it was noticed to lead to an improvement in the general mental status of patients with rheumatoid arthritis, fibromyalgia or asthma (Lipińska et al, 2024). Publications that observed the effects of cold water swimming on mental status, pointed to the fact that subjects who regularly swam in cold water four times a week, for four months, showed significantly less symptoms of tension and general fatigue, compared to the control group. In addition to the above, a better general mood, better memory and a higher level of energy during the day were observed (Kelly et al, 2022; Hjorth, Løkke, Jørgensen et al, 2022; Yankouskaya et al, 2023; Cain, Brinsley et al, 2025; Ono, Wahl et al, 2025). Research conducted in Finland, where swimming in cold water is part of cultural heritage, highlights it as a form of exceptional support for general health, self-confidence, and positive self-perception (Airo, Lehtonen, 2023). Also, when it comes to cognitive efficiency, numerous studies highlight the positive impact that repeated immersion in cold water has on reaction time, attention, logical reasoning and information processing (Jones, Bailey, Roelands et al, 2017; Shoemaker, Wilson, Lucas, Machado et al, 2019; Falla, Micarelli et al, 2021; Kunutsor, Lehoczki, Laukkanen, 2024).

Life habits and aspirations taxon

Deliberate exposure of the body to cold water has been viewed with a certain respect and fear since ancient times. Today, in the Nordic countries, but also in Poland, the Czech Republic, Russia and the Baltic states, "winter swimming" is part of everyday life, culture and tradition. In the churches of Orthodox European countries, swimming in cold water is associated with the celebration of January 19, as one of the most important Christian holidays, the Epiphany. In

Russia, Belarus, Ukraine, Kazakhstan and Kyrgyzstan, the tradition consider making a cross-shaped opening on frozen water surfaces (in ice), through which, after the midnight prayer, the religious ones enter the water and immerse themselves three times. In the Serbian and Greek Orthodox churches, a similar tradition is observed, which, in addition to immersion, also involves swimming of 33m long distance, to a cross thrown into cold water. This is not a part of church dogmas, but a popular belief that those who dare to swim in cold water “will be healthy and prosperous throughout the year“. Although it seems more and more often that (self)competition is in the foreground, the spiritus movement of the mentioned tradition is reflected in the symbolization of peace, Christian love and unity in faith.

The Epiphany swimming for the Holy Cross was registered in January 2024 in the National Register of Intangible Cultural Heritage of Serbia, as an element of living heritage, from the domain of social customs and practices. In other parts of the world, especially in Finland, Sweden, Norway, Russia, Estonia, Latvia and Lithuania, various forms of swimming and immersion in cold water are part of a centuries-old tradition, and in the last few decades, they are often practiced in combination with sitting in the snow and sauna. In the United Kingdom and Ireland, cold water swimming, as a sport swimming discipline, is developing rapidly, as evidenced by the increasing number of competitions. The expansion was particularly noticeable during the Covid-19 pandemic. The same trend was observed in Slovenia, the Netherlands, Belgium and Germany during the last 15 years.

Methodological taxon

The methodological taxon, in the context of immersion and swimming in cold water, refers to structured approaches, techniques and methods that are used in the study of the physiological, psychological and metabolic effects of swimming and exposure to cold water, but also that enable an experiential understanding of the effects of cold water on the human body. In other words, it includes swimming as a form of physical activity, but also methods of exposing the body to cold water developed with the aim of researching physiological, psychological and health adaptations: controlled immersion in cold water, different forms of swimming training, techniques for mapping and monitoring system responses etc. In addition to being used in scientific research, the mentioned methods are also applied in practice, especially in the field of sports, in which immersion in cold water has a significant place in the recovery process after training and competitive loads (Xiao, Kabachkova, Jiao et al, 2023).

Training – competition taxon

Ice baths are a generally accepted agents of recovery and rehabilitation among athletes, especially among swimmers, who have been using them for a long time as one of the effective ways of recovery after intensive training and competitions. As is known, swimming requires repetitive movement patterns and explosive movements, which can easily lead to microdamage of muscle fibers, inflammation and accumulation of metabolic byproducts, such as lactic acid. Application of cold water reduces inflammation and pain due to vasoconstriction that occurs during immersion, while after the end of the exposure, progressive vasodilation occurs, which improves circulation and accelerates the elimination of metabolites (Bleakley, Davison, 2010). The described method, and its training-competition variants, help in faster tissue regeneration, reduces the risk of overtraining, enabling swimmers to recover faster and better, in order to adequately prepare for the training and competition loads to which they are exposed in a short period of time. In addition to the benefits they have on the body, ice baths also have a significant psychological effect. As highlighted by the taxon of mental and cognitive performance, exposure to cold activates the sympathetic nervous system, improves focus and resistance to stress, which can be of crucial importance in competitive conditions, where focus and mental toughness are some of the main determinants of a successful swimmer's performance. Many elite swimmers implement ice baths in their recovery routines, as they have a positive effect in reducing muscle spasm, increasing muscle elasticity and accelerating tissue regeneration (Xiao et al, 2023) in the period between races, especially during several-days competitions. When combined with other recovery methods, such as proper nutrition, sleep hygiene, hydration, and massage, an ice bath can significantly contribute to long-term endurance and peak swimming performance.

In addition to the fact that it is used to speed up recovery in healthy athletes, the ice bath has an important place and role in the rehabilitation process after injuries. Cryotherapy (“ice treatment”), which involves treating certain injuries or conditions with ice, cold compresses or other cooling techniques, is often used in the rehabilitation of acute sports injuries, such as contusions, distensions, distortions, dislocations, tendinitis, and the like, since it affects the reduction of pain perception, but also the reduction swelling and muscle spasm (Wilcock, Cronin, Hing, 2006). Also, treating the injured area with ice (or other agents whose effects are based on low temperature), slows down metabolic processes, which helps

control the inflammatory response and prevent further tissue damage. In addition to the application in the initial phase of recovery, the use of ice baths in the continuation of the mentioned process can affect the improvement of blood flow and the acceleration of tissue regeneration, allowing athletes to return to an adequate training process more quickly (Hohenauer, Taeymans et al., 2015). The continuous application of this method, under the supervision of an expert, can have a significant effect on shortening the time of recovery or rehabilitation, but also on improving the functionality of the locomotor apparatus after an injury. In sports similar to swimming, which imply that athletes often compete several times a day, and thus for several days in row, the recovery speed index is one of the key factors for maintaining competitive efficiency and, accordingly, planning a competitive strategy. Immersion in the so-called "swimming tubs", mobile installations that are placed in the competition area, is a practice that is practiced during the breaks between races, or at the end of the competition day. These protocols, which imply previous co-adaptation of organic systems, speed up the regeneration process, i.e. the organism prepares faster and more efficiently for the next performance. Accordingly, the following protocols are most often used:

- Brief ice baths (3-5 minutes in water 10-15°C): They are used immediately after the race to reduce localized inflammation, i.e. to slow down muscle fatigue, without excessive cooling, which could negatively affect explosiveness in the next race.

- Contrast baths (alternating exposures: 3 minutes of cold water + 2 minutes of warm water, repeating the process 3-4 times): Improve circulation and help eliminate metabolites without a drastic drop in muscle temperature, which can help athletes maintain optimal strength levels for subsequent performances.

- Use in combination with active recovery: low-intensity swimming or stretching after an ice bath can improve muscle flexibility and accelerate recovery, without negatively affecting the swimmer's performance.

After the end of the competition day or after the competition, athletes often apply longer sessions of ice baths (10-15 minutes in water 10-12°C), with the aim of promoting tissue regeneration and reducing muscle inflammation. This is especially useful for swimmers participating in final races or relays, where every second counts for success. However, it is important to emphasize that too frequent application of ice baths during multi-day competitions can temporarily affect the reduction of muscle strength, i.e. adversely

affect adaptive processes, which is why it is important to adjust the frequency and duration of exposure, in accordance with the individual characteristics of the athlete and the needs dictated by the competition itself (Wilcock et al., 2006). The effectiveness of using an ice bath in the population of top athletes has been confirmed, in addition to research, by training and competition practice, which is why today it is an indispensable part of the recovery program in top sports.

SWIMMING THEORY AS A KNOWLEDGE AND PRACTICE ENTITY

By analyzing of numerous information sources at a high level of knowledge (128 publications), which were selected in relation to the key words: immersion, swimming, cold water, physiology, aging, training, competitions, sports... a large number of related references were determined, with which, more closely, it is possible to determine the multiple effects of immersion and swimming in cold water. In the next cognitive step, the analysis of selected references, which could conditionally be called discourse analysis (the text contains a meaning that can be interpreted and searched for meaning in it), the taxa of practice and research practice were determined.

Identified and described taxa of submersion and swimming in cold water, in the next cognitive step, using a constructivist approach, separated the following cognitive categories of life and health habits, namely:

- Hormetic category (predetermined by the course of adaptive responses of organic systems, with a clear outcome on health, training and benefits of lifestyle habits);

- Applied training-competition category (referring to training condition and preparation, immersion, recovery, anxiety, weight management);

- Methodological category (methods and techniques of knowledge);

- Health-applicative category (aging, inflammation, metabolic, neurocognitive conditions and diseases...);

- Religious category (as a peculiarity of the Orthodox faith, celebration by immersion in cold water).

The effects of established concepts of immersion and swimming in cold water are a current research area, but also an effective field of health conditioning and trained human abilities, athlete's skills, as well as a challenge for religious people in their relationship with God.

REFERENCES

1. Airo, R. M., & Lehtonen, M. (2023). Can winter swimming improve mental wellbeing?
2. Baranova, T., Rybyakova, T., Dmitrieva, MO., Anisimov, DA., Tarasova, Ms., Ogannisyan, MG. (2023). Specifics of reaction of human cardiovascular system to immersion in cold water. *Medicine of Extreme Situations*. 10.47183/mes.2023.053.
3. Beley, A., Beley, P., Rochette, L., & Bralet, J. (1976). Influence de l'exposition au froid sur la synthèse de la dopamine cérébrale [Effect of cold exposure on synthesis of cerebral dopamine (author's transl)]. *Journal de physiologie*, 72(8), 1029–1034.
4. Bleakley, C. M., & Davison, G. W. (2010). What is the biochemical and physiological rationale for using cold-water immersion in sports recovery? A systematic review. *British journal of sports medicine*, 44(3), 179–187.
5. Cain T, Brinsley J, Bennett H, Nelson M, Maher C, et al. (2025) Effects of cold-water immersion on health and wellbeing: A systematic review and meta-analysis. *PLOS ONE* 20(1)
6. Checinska-Maciejewska, Z., Miller-Kasprzak, E., Checinska, A., Korek, E., Gibas-Dorna, M., Adamczak-Ratajczak, A., Bogdanski, P., & Krauss, H. (2017). Gender-related effect of cold water swimming on the seasonal changes in lipid profile, ApoB/ApoA-I ratio, and homocysteine concentration in cold water swimmers. *Journal of physiology and pharmacology : an official journal of the Polish Physiological Society*, 68(6), 887–896.
7. Christian M. (2014). Transcriptional fingerprinting of “browning” white fat identifies NRG4 as a novel adipokine. *Adipocyte*, 4(1), 50–54.
8. Cypess, A. M., & Kahn, C. R. (2010). Brown fat as a therapy for obesity and diabetes. *Current opinion in endocrinology, diabetes, and obesity*, 17(2), 143–149.
9. Czarnecka, K., Burda, K., Korczak, A., Szewczyk, O., Olek, E., Jędrzejczyk, J., Łopacińska, O., Stańczyk, K., Korn, A., Wójcik, E. (2024). The complicated relationship between asthma and swimming. *Quality in Sport*. 17. 53375. 10.12775/QS.2024.17.53375.
10. Czarnecki, J., Nowakowska-Domagala, K., Mokros, Ł. (2024). Combined cold-water immersion and breathwork may be associated with improved mental health and reduction in the duration of upper respiratory tract infection - a case-control study. *International Journal of Circumpolar Health*, 83(1).
11. Datta, A., & Tipton, M. (2006). Respiratory responses to cold water immersion: neural pathways, interactions, and clinical consequences awake and asleep. *Journal of applied physiology* (Bethesda, Md. : 1985), 100(6), 2057–2064.
12. Diversi, T., Franks-Kardum, V., & Climstein, M. (2016). The effect of cold water endurance swimming on core temperature in aspiring English Channel swimmers. *Extreme physiology & medicine*, 5, 3.
13. Dröge W. (2003). Oxidative stress and aging. *Advances in experimental medicine and biology*, 543, 191–200.
14. Falla, M., Micarelli, A., Hüfner, K., & Strapazzon, G. (2021). The Effect of Cold Exposure on Cognitive Performance in Healthy Adults: A Systematic Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(18), 9725.
15. Fisher, F. M., Kleiner, S., Douris, N., Fox, E. C., Mepani, R. J., Verdeguer, F., Wu, J., Kharitonov, A., Flier, J. S., Maratos-Flier, E., & Spiegelman, B. M. (2012). FGF21 regulates PGC-1α and browning of white adipose tissues in adaptive thermogenesis. *Genes & development*, 26(3), 271–281.
16. Gibas-Dorna, M., Chęcińska, Z., Korek, E., Kupsz, J., Sowińska, A., & Krauss, H. (2016). Cold Water Swimming Beneficially Modulates Insulin Sensitivity in Middle-Aged Individuals. *Journal of aging and physical activity*, 24(4), 547–554.
17. Gundle, L., & Atkinson, A. (2020). Pregnancy, cold water swimming and cortisol: The effect of cold water swimming on obstetric outcomes. *Medical hypotheses*, 144, 109977.
18. Hårdstedt, M., Kristiansson, L., Seiler, C., Braman Eriksson, A., & Sundh, J. (2021). Incidence of Swimming-Induced Pulmonary Edema: A Cohort Study Based on 47,600 Open-Water Swimming Distances. *Chest*, 160(5), 1789–1798.
19. Hjorth, P., Løkke, A., Jørgensen, N., Jørgensen, A., Rasmussen, M., & Sikjaer, M. (2022). Cold water swimming as an add-on treatment for depression. A feasibility study. *European Psychiatry*, 65(S1), S559–S560.
20. Hohenauer, E., Taeymans, J., Baeyens, J. P., Clarys, P., & Clijnsen, R. (2015). The Effect of Post-Exercise Cryotherapy on Recovery Characteristics: A Systematic Review and Meta-Analysis. *PloS one*, 10(9), e0139028.
21. Hohmann, E., Glatt, V., Tetsworth, K. (2018). Swimming induced pulmonary oedema in athletes - a systematic review and best evidence synthesis. *BMC sports science, medicine & rehabilitation*, 10, 18.
22. Huo, C., Song, Z., Yin, J., Zhu, Y., Miao, X., Qian, H., Wang, J., Ye, L., & Zhou, L. (2022). Effect of Acute Cold Exposure on Energy Metabolism and Activity of Brown Adipose Tissue in Humans: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Frontiers in physiology*, 13, 917084.
23. Ikeda, K., Yamada, T. (2020). UCP1 Dependent and Independent Thermogenesis in Brown and Beige Adipocytes. *Frontiers in endocrinology*, 11, 498.
24. Ishibashi, J., & Seale, P. (2010). *Medicine*. Beige can be slimming. *Science (New York, N.Y.)*, 328(5982), 1113–1114.
25. Jones, D. M., Bailey, S. P., Roelands, B., Buono, M. J., & Meeusen, R. (2017). Cold acclimation and cognitive performance: A review. *Autonomic neuroscience : basic & clinical*, 208, 36–42.
26. Kelly JS, Bird E. (2022). Improved mood following a single immersion in cold water. *Lifestyle Med*.
27. Kiefer F. W. (2017). The significance of beige and brown fat in humans. *Endocrine connections*, 6(5), R70–R79.
28. Kierzenkowska, MC., Woźniak, A., Boraczyński, T., Szpinda, M., Woźniak, B., Jurecka, A., Szpinda, A. (2012). Thermal stress and oxidant–antioxidant balance in experienced and novice winter swimmers. *Journal of Thermal Biology*, Volume 37, Issue 8, Pages 595–601.

29. Knechtle, B., Waśkiewicz, Z., Sousa, C. V., Hill, L., & Nikolaidis, P. T. (2020). Cold Water Swimming-Benefits and Risks: A Narrative Review. *International journal of environmental research and public health*, 17(23), 8984.
30. Kralova Lesna, I., Rychlikova, J., Vavrova, L., & Vybiral, S. (2015). Could human cold adaptation decrease the risk of cardiovascular disease?. *Journal of thermal biology*, 52, 192–198.
31. Kunutsor, S. K., Lehoczeki, A., & Laukkanen, J. A. (2024). The untapped potential of cold water therapy as part of a lifestyle intervention for promoting healthy aging. *GeroScience*, 10.1007/s11357-024-01295-w. Advance online publication.
32. Kunutsor, S. K., Lehoczeki, A., & Laukkanen, J. A. (2024). The untapped potential of cold water therapy as part of a lifestyle intervention for promoting healthy aging. *GeroScience*, 10.1007/s11357-024-01295-w. Advance online publication.
33. Liguori, I., Russo, G., Curcio, F., Bulli, G., Aran, L., Della-Morte, D., Gargiulo, G., Testa, G., Cacciatore, F., Bonaduce, D., & Abete, P. (2018). Oxidative stress, aging, and diseases. *Clinical interventions in aging*, 13, 757–772.
34. Lipińska, J., Kowalczyk, M., Lipiński, Ł., Kopeć, I., Margas, M. (2024). Health effects of cold water immersion and swimming and its influence on the human body. *Journal of Education, Health and Sport*. 52. 155-168. 10.12775/JEHS.2024.52.011.
35. López-Ojeda, W., & Hurley, R. A. (2024). Cold-Water Immersion: Neurohormesis and Possible Implications for Clinical Neurosciences. *The Journal of neuropsychiatry and clinical neurosciences*, 36(3), A4–A177.
36. Lowell, B. B., & Spiegelman, B. M. (2000). Towards a molecular understanding of adaptive thermogenesis. *Nature*, 404(6778), 652–660.
37. Lund, K. L., Mahon, R. T., Tanen, D. A., & Bakhda, S. (2003). Swimming-induced pulmonary edema. *Annals of Emergency Medicine*, 41(2), 251–256.
38. Manolis, A. S., Manolis, S. A., Manolis, A. A., Manolis, T. A., Apostolaki, N., & Melita, H. (2019). Winter Swimming: Body Hardening and Cardiorespiratory Protection Via Sustainable Acclimation. *Current sports medicine reports*, 18(11), 401–415.
39. Mantoni, T., Belhage, B., Pedersen, L. M., & Pott, F. C. (2007). Reduced cerebral perfusion on sudden immersion in ice water: a possible cause of drowning. *Aviation, space, and environmental medicine*, 78(4), 374–376.
40. Meikle, P. J., & Summers, S. A. (2017). Sphingolipids and phospholipids in insulin resistance and related metabolic disorders. *Nature reviews. Endocrinology*, 13(2), 79–91.
41. Mekjavić, I. B., La Prairie, A., Burke, W., & Lindborg, B. (1987). Respiratory drive during sudden cold water immersion. *Respiration physiology*, 70(1), 121–130.
42. Mika, A., Sledzinski, T., & Stepnowski, P. (2019). Current Progress of Lipid Analysis in Metabolic Diseases by Mass Spectrometry Methods. *Current medicinal chemistry*, 26(1), 60–103.
43. Mishra, S., Manjareeka, M., Mishra, J. (2012). Blood pressure response to cold water immersion test. *IJBPA*. November, 2012, 1(10): 1483-1491
44. Nicholls, D. G., & Locke, R. M. (1984). Thermogenic mechanisms in brown fat. *Physiological reviews*, 64(1), 1–64.
45. Ntoumani, M., Dugué, B., Rivas, E., & Gongaki, K. (2023). Thermoregulation and thermal sensation during whole-body water immersion at different water temperatures in healthy individuals: A scoping review. *Journal of thermal biology*, 112, 103430.
46. Oliver, B. (2021), “Cold water swimming for well-being”, *Journal of Public Mental Health*, Vol. 20 No. 2, pp. 105-110
47. Ono, M., Wahl, M., Mekonen, R., Kemp-Smith, K., Furness, J. (2025). Cold water immersion: Exploring the effects on well-being – scoping review. *International Journal of Wellbeing*, 15(1), 3981, 1-19
48. Obradović, A. (2024). Uticaj hiperbarične oksigenacije na parametre oksidativnog stresa i antioksidativne zaštite nakon akutnog izlaganja fizičkoj aktivnosti (Master rad). Medicinski fakultet, Univerzitet u Beogradu. Beograd
49. Paz, P., Makram, J., Mallah, H., Mantilla, B., Ball, S., & Nugent, K. (2020). Swimming-induced pulmonary edema. *Proceedings (Baylor University. Medical Center)*, 33(3), 409–412.
50. Peres Valgas da Silva, C., Hernández-Saavedra, D., White, J. D., Stanford, K. I. (2019). Cold and Exercise: Therapeutic Tools to Activate Brown Adipose Tissue and Combat Obesity. *Biology*, 8(1), 9.
51. Petrovic, N., Walden, T. B., Shabalina, I. G., Timmons, J. A., Cannon, B., & Nedergaard, J. (2010). Chronic peroxisome proliferator-activated receptor gamma (PPARgamma) activation of epididymally derived white adipocyte cultures reveals a population of thermogenically competent, UCP1-containing adipocytes molecularly distinct from classic brown adipocytes. *The Journal of biological chemistry*, 285(10), 7153–7164.
52. Pound, M., Massey, H., Roseneil, S., Williamson, R., Harper, C. M., Tipton, M., Shawe, J., Felton, M., & Harper, J. C. (2024). How do women feel cold water swimming affects their menstrual and perimenopausal symptoms?. *Post reproductive health*, 30(1), 11–27.
53. Pound, M., Massey, H., Roseneil, S., Williamson, R., Harper, M., Tipton, M., Shawe, J., Felton, M., & Harper, J. (2024). The swimming habits of women who cold water swim. *Women's health (London, England)*, 20, 17455057241265080.
54. Ptaszek, B., Podsiadło, S., Czerwińska-Ledwig, O., Teległów, A., Pilch, W., & Sadowska-Krępa, E. (2024). The Influence of Whole-Body Cryotherapy or Winter Swimming on the Activity of Antioxidant Enzymes. *Biology*, 13(5), 295.
55. Saelly, C. H., Geiger, K., & Drexel, H. (2012). Brown versus white adipose tissue: a mini-review. *Gerontology*, 58(1), 15–23.
56. Saito, M., Okamatsu-Ogura, Y., Matsushita, M., Watanabe, K., Yoneshiro, T., Nio-Kobayashi, J., Iwanaga, T., Miyagawa, M., Kameya, T., Nakada, K., Kawai, Y., & Tsujisaki, M. (2009). High incidence of metabolically active brown adipose tissue in healthy adult humans: effects of cold exposure and adiposity. *Diabetes*, 58(7), 1526–1531.

57. Scheele, C., & Nielsen, S. (2017). Metabolic regulation and the anti-obesity perspectives of human brown fat. *Redox biology*, 12, 770–775.
58. Schrauwen, P., & van Marken Lichtenbelt, W. D. (2016). Combatting type 2 diabetes by turning up the heat. *Diabetologia*, 59(11), 2269–2279.
59. Seale, P., Bjork, B., Yang, W., Kajimura, S., Chin, S., Kuang, S., Scimè, A., Devarakonda, S., Conroe, H. M., Erdjument-Bromage, H., Tempst, P., Rudnicki, M. A., Beier, D. R., & Spiegelman, B. M. (2008). PRDM16 controls a brown fat/skeletal muscle switch. *Nature*, 454(7207), 961–967.
60. Shattock, M. J., & Tipton, M. J. (2012). 'Autonomic conflict': a different way to die during cold water immersion?. *The Journal of physiology*, 590(14), 3219–3230.
61. Shawe, J., Felton, M., Harper, J., Harper, C.M., Stidson, R., Tipton, M., Blowers, S., Fraser, K., Hingley, S., McGrath, E., Bainbridge, G. and Heather, M. (2025), Cold Water Swimming and Pregnancy: A Scoping Review and Consensus Recommendations. *Lifestyle Med*.
62. Shoemaker, N.L., Wilson, L.C., Lucas, J.E.S., Machado, L., Thomas, K.N., Cotter, J.D. (2019). Swimming-related effects on cerebrovascular and cognitive function. *Physiol Rep*, 7(20), 2019, e14247.
63. Solberg K. (2014). Jonas Gahr Støre: health as a collective responsibility. *Lancet*, London, England. 383(9923), e15.
64. Sránek, P., Simecková, M., Janský, L., Savlíková, J., & Vybíral, S. (2000). Human physiological responses to immersion into water of different temperatures. *European journal of applied physiology*, 81(5), 436–442.
65. Stanford, K. I., Middelbeek, R. J., & Goodyear, L. J. (2015). Exercise Effects on White Adipose Tissue: Beiging and Metabolic Adaptations. *Diabetes*, 64(7), 2361–2368.
66. Sustarsic, E. G., Ma, T., Lynes, M. D., Larsen, M., Karavaeva, I., Havelund, J. F., Nielsen, C. H., Jedrychowski, M. P., Moreno-Torres, M., Lundh, M., Plucinska, K., Jespersen, N. Z., Grevenkoed, T. J., Kramar, B., Peics, J., Hansen, J. B., Shamsi, F., Forss, I., Neess, D., Keipert, S., ... Gerhart-Hines, Z. (2018). Cardiolipin Synthesis in Brown and Beige Fat Mitochondria Is Essential for Systemic Energy Homeostasis. *Cell metabolism*, 28(1), 159–174.e11.
67. Tayebi, S. M., Motaghinasab, S., Eslami, R., Ahmadabadi, S., Basereh, A., & Jamhiri, I. (2024). Impact of 8-week cold-and warm water swimming training combined with cinnamon consumption on serum METRN, HDAC5, and insulin resistance levels in diabetic male rats. *Heliyon*, 10(8), e29742.
68. Teległów, A., Frankiewicz, M., & Marchewka, J. (2025). Passion and Health: How Winter Swimming Influences Blood Morphology and Rheology. *Applied Sciences*, 15(3), 1514.
69. U-Din, M., de Mello, V. D., Tuomainen, M., Raiko, J., Niemi, T., Fromme, T., Klåvus, A., Gautier, N., Haimilahti, K., Lehtonen, M., Kristiansen, K., Newman, J. W., Pietiläinen, K. H., Pihlajamäki, J., Amri, E. Z., Klingenspor, M., Nuutila, P., Pirinen, E., Hanhineva, K., & Virtanen, K. A. (2023). Cold-stimulated brown adipose tissue activation is related to changes in serum metabolites relevant to NAD+ metabolism in humans. *Cell reports*, 42(9), 113131.
70. van Tulleken, C., Tipton, M., Massey, H., & Harper, C. M. (2018). Open water swimming as a treatment for major depressive disorder. *BMJ case reports*, 2018, bcr2018225007.
71. Vargas-Castillo, A., Fuentes-Romero, R., Rodriguez-Lopez, L. A., Torres, N., & Tovar, A. R. (2017). Understanding the Biology of Thermogenic Fat: Is Browning A New Approach to the Treatment of Obesity?. *Archives of medical research*, 48(5), 401–413.
72. Villarroya, F., Cereijo, R., Villarroya, J., & Giralt, M. (2017). Brown adipose tissue as a secretory organ. *Nature reviews. Endocrinology*, 13(1), 26–35.
73. Wesołowski, R., Mila-Kierzenkowska, C., Pawłowska, M., Szewczyk-Golec, K., Saletnik, Ł., Sutkowi, P., & Woźniak, A. (2023). The Influence of Winter Swimming on Oxidative Stress Indicators in the Blood of Healthy Males. *Metabolites*, 13(2), 143.
74. Wilcock, I. M., Cronin, J. B., & Hing, W. A. (2006). Physiological response to water immersion: a method for sport recovery?. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 36(9), 747–765.
75. Wu, J., Boström, P., Sparks, L. M., Ye, L., Choi, J. H., Giang, A. H., Khandekar, M., Virtanen, K. A., Nuutila, P., Schaart, G., Huang, K., Tu, H., van Marken Lichtenbelt, W. D., Hoeks, J., Enerbäck, S., Schrauwen, P., & Spiegelman, B. M. (2012). Beige adipocytes are a distinct type of thermogenic fat cell in mouse and human. *Cell*, 150(2), 366–376.
76. Xiao, F., Kabachkova, A. V., Jiao, L., Zhao, H., & Kapilevich, L. V. (2023). Effects of cold water immersion after exercise on fatigue recovery and exercise performance--meta analysis. *Frontiers in physiology*, 14, 1006512.
77. Yankouskaya, A., Massey, H., Totman, J. J., Lai, L. H., & Williamson, R. (2023). The Effects of Whole-body Cold-water Immersion on Brain Connectivity Related to the Affective State in Adults Using fMRI: A Protocol of a Pre-post Experimental Design. *Bio-protocol*, 13(17).