



Sara Češarek,
Matevž Arčon¹

Z vadbo povezana termoregulacija pri ženskah

Izvleček

Človeško telo ohranja telesno temperaturo s pomočjo termoregulacije, ki vključuje vedenjske mehanizme, kot sta iskanje sence in preoblačenje, ter avtonomne mehanizme, kot sta potenje in uravnavanje pretoka krvi. Med vadbo se zaradi povečane metabolne aktivnosti sprošča toplota, kar lahko povzroči toplotni stres in zmanjša telesno zmogljivost. Vadba je torej izziv za učinkovitost termoregulacijskih odzivov, ki so med drugim odvisni od spola. Zaradi razlik v telesnih značilnostih in hormonskem profilu se lahko ženske na toplotne obremenitve odzivajo drugače kot moški. Pri tem ima pomembno vlogo tudi menstrualni cikel, saj nihanja estrogena in progesterona vplivajo na srčno-žilne funkcije, kar lahko spremeni termoregulacijske odzive. Namen pričujočega članka je bil pregledati literaturo, ki obravnava razlike v termoregulaciji med spoloma, s poudarkom na vplivu menstrualnega cikla. Razumevanje teh razlik je ključno za zmanjševanje toplotnega stresa in optimizacijo zmogljivosti posameznic skozi različne faze ciklusa. Za boljše razumevanje termoregulacije so potrebne nadaljnje raziskave, ki naj se usmerijo predvsem v sistematično proučevanje vseh faz menstrualnega cikla in primerjavo njihovih učinkov na termoregulacijo ter v poenotenje raziskovalnih protokolov z doslednejšim nadzorom vključitvenih kriterijev in motečih dejavnikov, kot so aklimatizacija, hidracija in telesna pripravljenost, okoljski dejavniki ter uporaba oz. neuporaba hormonske kontracepcije.

Ključne besede: termoregulacija, vadba, menstrualni cikel, spol.

Z vadbo povezana termoregulacija pri ženskah



Vir slike: stock.adobe.com

Exercise-Related Thermoregulation in Women

Abstract

The human body maintains more or less stable temperature through thermoregulation, which involves behavioural mechanisms such as seeking shade and changing clothes, and autonomic mechanisms such as sweating and blood flow regulation. During exercise, increased metabolic activity releases heat, which can lead to heat stress and consequently reduce physical performance. Physical activity therefore presents a challenge to the efficiency of thermoregulatory responses, which, among other factors, also depend on sex. Due to differences in physical characteristics and hormonal profiles, women may respond to heat stress differently than men. The menstrual cycle also plays a significant role, as fluctuations in estrogen and progesterone levels affect cardiovascular function, which can alter thermoregulatory responses. The aim of the present article was to review the literature on sex differences in thermoregulation, with a focus on the influence of the menstrual cycle. Understanding these differences is essential for reducing heat stress and optimizing individual performance across various phases of the cycle. Further research is needed to deepen our understanding of thermoregulation, focusing primarily on: systematic study of all phases of the menstrual cycle and the comparison of their effects on thermoregulation; as well as standardizing research protocols with more consistent control of inclusion criteria and confounding factors such as acclimatization, hydration and physical fitness, environmental conditions, and use or non-use of hormonal contraception.

Keywords: thermoregulation, exercise, menstrual cycle, sex.

¹ Univerza na Primorskem, Fakulteta za vede o zdravju, Izola, Slovenija

■ UVOD

Človeško telo je dinamičen sistem, katerega delovanje nadzorujejo možgani. Ti imajo ključno vlogo pri homeostazi – vzdrževanju stabilnega notranjega okolja. Kot homeotermna bitja moramo ohranjati stalno telesno temperaturo, kar je ključno za preživetje (Morrison in Nakamura, 2019; Nagashima idr., 2012).

Telesna temperatura vključuje temperaturo jedra (64 %) in ovoja (36 %) (Lim idr., 2008). Temperatura jedra zajema globoka tkiva in notranje organe v trebušni, prsni in lobanjski votlini ter globlje plasti mišic (Hymczak idr., 2021; Lim idr., 2008; Romanovsky, 2018). Je endotermična, uravnavana prek metabolnih procesov in v mirovanju znaša okoli $37\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,5$ (Fernández-Peña idr., 2023; Hymczak idr., 2021; Moran in Mendal, 2002). Sprememba temperature za $\pm 3,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ pomeni resno tveganje za zdravje in lahko vodi v smrt (Lim idr., 2008). Temperatura ovoja pa se nanaša na kožo in druga periferna tkiva (Périard idr., 2021). V nasprotju s temperaturo jedra je ektotermična, nižja in bolj spremenljiva, saj nanjo vplivajo pretok krvi in razmere v okolju (Romanovsky, 2018; Tansey in Johnson, 2015). Usklajenost obeh modulira žilna regulacija (t. i. vazomotorna funkcija), ki je eden glavnih mehanizmov termoregulacije (TR). Ta tako vzdržuje ravnovesje med pridobivanjem in izgubo toplote, kar omogoča ohranjanje stalne temperature jedra (Fernández-Peña idr., 2023; Romanovsky, 2018).

Učinkovita TR temelji na dveh glavnih procesih: vedenjskih in avtonomnih. Vedenjski procesi vključujejo zavestno uravnavanje telesne temperature in so večinoma proaktivni, saj se sprožijo ob zaznanih temperaturnih spremembah ali že pred njimi (Flouris, 2011; Schlader in Vargas, 2019; Zora idr., 2017). Avtonomni (fiziološki) procesi, ki potekajo nezavedno pod nadzorom avtonomnega živčnega sistema, so korektivne narave in vključujejo metabolno proizvodnjo toplote (tresava termogeneza), uravnavanje pretoka krvi (vazodilatacija ali povečan pretok krvi v kožo in vazokonstrikcija ali zmanjšan pretok krvi v kožo) ter potenje (Nagashima idr., 2012; Romanovsky, 2018).

Za sprožitev teh odzivov so ključni termoreceptorji – periferni v koži zaznavajo temperaturo ovoja, centralni v notranjih organih, hrbtenjači in hipotalamusu pa temperaturo jedra (Señarís idr., 2018; Tabarean idr., 2010). Informacije prek aferentne poti dosežejo termoregulacijski center, predvsem v preoptično območje hipotalamusa, od koder eferentni signali sprožijo ustrezne odzive prek avtonomnega živčnega sistema (Boulant, 2000, 2006; Charkoudian in Stachenfeld, 2016).

Glavna mehanizma za odvajanje toplote sta vazodilatacija in potenje (Charkoudian, 2003; Yanovich idr., 2020). Toplota se lahko odvaja prek dveh načinov: suho ohlajanje (radiacija, kondukcija, konvekcija), ki predstavlja večino izgube toplote v mirovanju, in vlažno ohlajanje z izhlapevanjem, ki je močno odvisno od hitrosti potenja, telesne aktivnosti in okoljskih dejavnikov (Bright idr., 2025; Cramer idr., 2022; Wang idr., 2016; Yam, 2024). Potenje je povezano s povečano aktivnostjo znojnih žlez (t. i. sudomotorna funkcija), ki je odvisna od števila aktivnih žlez in količine izločenega znoja (Bain idr., 2011; J.-B. Lee idr., 2016). Nasprotno se za pridobivanje toplote aktivirata vazokonstrikcija ter tresava termogeneza (Haman, 2006; Tansey in Johnson, 2015).

Telesna aktivnost pomeni močan termoregulacijski dražljaj, saj poveča metabolno stopnjo in s tem moti homeotermno stanje telesa. Le okoli 20 % energije se porabi za mišično delo, preostanek pa se sprosti v obliki toplote, ki prek krvi zviša temperaturo jedra (Krustrup idr., 2003; Nagashima idr., 2012). Ob začetku vadbe se metabolna proizvodnja toplote hitro poveča, kar sproži odzive, kot sta potenje in vazodilatacija (Bain idr., 2011; Cramer idr., 2012; Kenny in McGinn, 2017). Učinkovito potenje zahteva zadostno količino telesne tekočine, zato ima hidracija pri športniku pomembno termoregulacijsko vlogo, saj se ob dehidraciji zmanjšata volumen znoja in pretoka krvi (Périard idr., 2021; Sawka idr., 2001). Kadar sposobnost odvajanja toplote ne zadostuje trenutnim potrebam, lahko pride do toplotnega stresa, kar zmanjša telesno zmogljivost (Kenny in McGinn, 2017; Wickham

idr., 2021). Učinkovitost TR med vadbo je tako odvisna od intenzivnosti, trajanja in vrste vadbe ter okoljskih dejavnikov (Bain idr., 2011; Cramer idr., 2012; Kenny in McGinn, 2017). Pri prilagajanju na toplotno obremenitev je pomemben dejavnik t. i. aklimatizacija, ki se z redno izpostavljenostjo okoljskim dejavnikom med drugim izraža v izboljšani sudomotorni in vazomotorni funkciji, kar omogoča učinkovitejšo TR in večjo telesno zmogljivost (Périard idr., 2016; Wijayanto, 2025).

Zaradi vpliva različnih dejavnikov se opisani mehanizmi razlikujejo med posamezniki z vidika telesne sestave in telesne pripravljenosti, ki je odvisna od spola (Périard idr., 2021). To se najbolj kaže v telesnih lastnostih in hormonskem profilu, ki vplivata na metabolno proizvodnjo toplote in učinkovitost ohlajanja (Fernández-Peña idr., 2023). Pri ženskah je dodatna kompleksnost menstrualni cikel (MC), saj nihanja estrogena in progesterona vplivajo na srčno-žilne odzive, volumen plazme in uravnavanje telesnih tekočin, kar lahko vpliva na TR (Giersch idr., 2020; N. Stachenfeld, 2008). Razumevanje teh razlik ima poleg fiziološkega tudi praktični pomen za preprečevanje toplotnega stresa in optimizacijo športne zmogljivosti pri ženskah.

Namen tega članka je pregledati razpoložljivo literaturo in povzeti ključne razlike v termoregulacijskih odzivih med vadbo pri ženskah in moških, s poudarkom na vplivu MC na omenjene odzive pri ženskah.

■ METODE

Ustrezno literaturo smo iskali v podatkovni bazi PubMed med 5. in 15. majem 2025. Uporabili smo naslednja iskalna niza "(sex OR gender) AND (men OR women OR male OR female) AND (differences OR comparison) AND (thermoregulation OR "heat response" OR "thermal regulation" OR "body temperature" OR "sweat rate" OR "skin blood flow") AND ("physical activity" OR exercise OR training)" ter "(menstrual cycle OR luteal phase OR "follicular phase" OR "ovulation" OR "sex hormon" OR progesterone OR estrogen) AND (thermoregulation OR

Seznam kratic: TR termoregulacija
MC menstrualni cikel

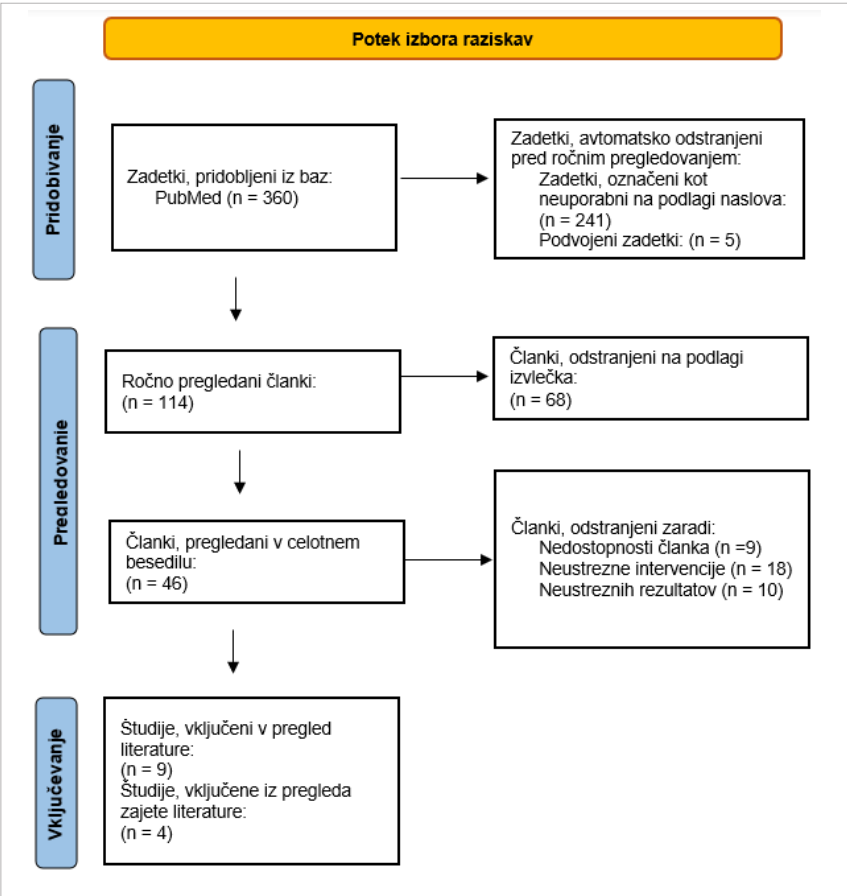
"heat response" OR "thermal regulation" OR "body temperature" OR "sweat rate" OR "skin blood flow") AND ("physical activity" OR exercise OR training)". Pri tem smo se omejili na literaturo med letoma 2010 in 2025 ter pridobili 360 zadetkov.

S pregledom ustreznih zadetkov smo vključili študije, ki so primerjale oba spola, poročale o termoregulacijskih odzivih in primerjale faze MC. Pri vključitvenih kriterijih smo upoštevali vrsto študije (študije RCT, "clinical trials" in "comparative studies"), jezik objave (angleščina) ter celovito objavo članka. Izključitveni kriteriji so obsegali (i) neustrezen vzorec (kjer so vključevali ženske z nenormalno menstruacijo, študije na živalih), (ii) neustrezno intervencijo (kjer niso izvajali vadbe ali pa je bila ta slabo opisana) in (iii) neustrezne rezultate.

Dodatno smo iz pregleda referenc zajete literature vključili še štiri članke in s tem v pregled zajeli 13 člankov. Celotni potek izbora literature je predstavljen na [Sliki 1](#).

■ REZULTATI

Tabela 1 prikazuje članke, ki primerjajo termoregulacijske odzive med vadbo glede na spol. Poleg avtorjev in podatkov o vzorcu ter intervencij so opisani tudi rezultati in končne ugotovitve člankov.



Slika 1: Prikaz izbora literature

Tabela 1: Razlike v termoregulacijskih odzivih med vadbo pri ženskah in moških

Vir	Opis vzorca	Opis intervencije	Izsledki raziskave
Daanen idr. (2024)	Spol: 16 M, 15 Ž Starost (let): 69 ± 5 Telesna masa (kg): 71,0 ± 12,9 BMI (kg/m2): 23,8 ± 2,6	Namen raziskave je bil ugotoviti vpliv spola na termoregulacijske odzive med vadbo pri starejših. Intervencija je vključevala 20 minut sedečega počitka in 40 minut nizko intenzivne vadbe (10 W) na sobnem kolesu. Razmere v okolju: temperatura 39,1 ± 0,3 °C, relativna vlažnost 25,1 ± 1,9 %, ki se je povečevala za 2 % vsakih pet minut. Merili so stopnjo potenja, toplotno zaznavo, porast temperature jedra in kože.	Temperatura jedra se je med vadbo zvišala, vendar ni bilo statistično značilnih razlik med spoloma (M: 0,011 ± 0,005 °C/min in Ž: 0,012 ± 0,004 °C/min; p = 0,64). Temperatura ovoja ni pokazala statistično značilnih razlik (Ž: 0,044 ± 0,007 °C/min; M: 0,038 ± 0,011 °C/min; p = 0,07). Pri ženskah je bila statistično značilno nižja stopnja potenja v primerjavi z moškimi (Ž: 0,29 ± 0,06; M: 0,45 ± 0,14 mg/m ² /min; p < 0,001) zlasti pri višji vlažnosti.
Gagnon idr. (2009)	Spol: 6 M, 6 Ž Telesna masa (kg): 83,3; 65,6 Pusta masa (kg): 66,6; 46,2 Maščobna masa (kg): 13,7; 16,4	Namen raziskave je bil ugotoviti razlike med moškimi in ženskami v dinamičnem toplotnem ravnovesju med prekinjeno vadbo. Intervencija je vključevala trikrat po 30 minut kolesarjenja s 15-minutnim počitkom. Razmere v okolju: temperatura 30 °C, relativna vlažnost 30 % Merili so skupno izgubo toplote, metabolno proizvodnjo toplote, temperaturo jedra.	Ni bilo statistično značilnih razlik v stopnji celotne izgube toplote (p1 = 0,117; p2 = 0,343; p3 = 0,657). Temperatura jedra je bila pri ženskah statistično značilno višja (M: 0,55 ± 0,25 °C; Ž: 0,97 ± 0,26 °C; p < 0,05).

Vir	Opis vzorca	Opis intervencije	Izsledki raziskave
Gagnon in Kenny (2011)	Spol: 9 M, 9 Ž Starost (let): 24 ± 4 ; 27 ± 4 Telesna masa (kg): $66,4 \pm 4,6$; $66,8 \pm 5,0$ Pusta masa (kg): $57,2 \pm 4,6$; $46,9 \pm 4,8$ Maščobna masa (kg): $6,1 \pm 2,2$; $17,1 \pm 6,5$	Namen raziskave je bil ugotoviti vpliv spola, neodvisno od telesnih značilnosti in metabolne proizvodnje toplote, na uravnavo telesne temperature med vadbo. Intervencija je vključevala 90 minut vadbe pri 50 % vo2max (pri enaki stopnji metabolne proizvodnje toplote 500 W). Razmere v okolju: toplo in suho okolje. Merili so temperaturo telesa, temperaturo ovojja, stopnjo znojenja, izhlapevanje.	Ezofagealna ($p = 0,019$) in rektalna ($p = 0,026$) temperatura jedra sta bili po koncu vadbe statistično značilno višji pri ženskah. Temperatura kože ni pokazala statistično značilnih razlik ($p = 0,486$). Stopnja znojenja je bila statistično značilno nižja pri ženskah (Ž: 385 ± 12 ; M: 512 ± 24 W, $p < 0,001$). Ni bilo statistično značilnih razlik v pragu začetka znojenja (M: $36,77 \pm 0,06$; Ž: $36,61 \pm 0,11$ °C, $p = 0,242$). Statistično značilne spremembe v izgubi toplote prek izhlapevanja niso bile odvisne od spola ($p < 0,001$).
Gagnon in Kenny (2012a)	Spol: 8 M, 8 Ž Starost (let): 27 ± 6 ; 28 ± 5 Telesna masa (kg): $73,9 \pm 13,5$; $60,7 \pm 3,7$ Pusta masa (kg): $62,9 \pm 10,4$; $47,6 \pm 3,3$ Maščobna masa (kg): $11,0 \pm 5,4$; $13,0 \pm 2,7$	Namen raziskave je bil ugotoviti razlike med spoloma v znojenju in pretoku krvi med vadbo z naraščajočimi zahtevami po odvajanju toplote. Intervencija je vključevala kolesarjenje pri metabolni proizvodnji toplote 200, 250, 300 W/m ² , vsaka stopnja traja 30 minut. Razmere v okolju: temperatura 40 °C, relativna vlažnost 24 %. Merili so stopnjo potenja, pretok krvi, aktivacijo znojnih žlez, izgubo toplote prek izhlapevanja.	Ženske so imele statistično značilno nižjo stopnjo potenja in izgube toplote z izhlapevanjem ($p < 0,001$). Aktivacija znojnih žlez je bila statistično značilno višja pri ženskah ($p < 0,001$). V pretoku krvi ni bilo statistično značilnih razlik (hrbet: $p = 0,212$; prsi: $p = 0,705$; podlaket: $p = 0,212$).
Gerrett idr. (2014)	Spol: 12 M, 12 Ž Starost (let): $20,6 \pm 1,2$ Telesna masa (kg): $70,5 \pm 13,8$	Namen raziskave je bil primerjati toplotni občutek kot odziv na stalni topli dražljaj med moškimi in ženskami v mirovanju in med vadbo. Intervencija je vključevala kolesarjenje pri 50 % maksimalne zmogljivosti za 20 minut, nato znižanje intenzivnosti na 30 %. Razmere v okolju: temperatura: $22,2 \pm 2,2$ °C, relativne vlažnosti $35,1 \pm 5,8$ %, nastavljena toplotna sonda na telesu 40 °C. Merili so test toplotne občutljivosti.	Statistično značilno močnejši občutek toplote pri ženskah ($p < 0,059$). Statistično značilna interakcija med spolom in lokacijo občutljivosti ($p < 0,05$).
Kenny in Jay (2007)	Spol: 8 M, 8 Ž Starost (let): 24 ± 3 ; 23 ± 2 Telesna masa (kg): $83,2 \pm 5,7$; $67,9 \pm 5,1$ Maščobna masa (%): $13,0 \pm 2,7$; $14,6 \pm 3,3$	Namen raziskave je bil ugotoviti, ali spolno pogojene razlike v hemodinamiki po vadbi vplivajo na odziv jedrne in mišične temperature. Intervencija je vključevala 15 minut vadbe za moč pri intenzivnosti 60 % VO2max, 90 minut okrevanja. Razmere v okolju: 25 °C. Merili so temperaturo jedra, stopnjo potenja, temperaturo mišic.	Statistično značilno višja temperatura jedra ($p = 0,03$) in mišic ($0,036 > P > 0,014$ in $0,048 > P > 0,008$) ter nižja stopnja potenja ($p = 0,034$) pri ženskah v primerjavi z moškimi.
Notley idr. (2017)	Spol: 36 M, 24 Ž Starost (let): 21 ± 3 Telesna masa (kg): $75,0 \pm 10,3$; $64,9 \pm 9,6$ Površina telesa (m ²): $1,94 \pm 0,17$; $1,74 \pm 0,16$	Namen raziskave je bil ugotoviti, ali je mogoče razlike med spoloma v pretoku krvi in odzivih potenja med vadbo pojasniti predvsem z razlikami v razmerju med telesno površino in maso. Intervencija je vključevala 20 minut počitka, 45 minut kolesarjenja (pri metabolni proizvodnji toplote 135 in 200 W/m ²). Razmere v okolju: temperatura 28 °C, relativna vlažnost 36 % Merili so pretok krvi, stopnjo potenja, temperaturo ovojja.	Pretok krvi je bil statistično značilno višji pri ženskah pri nizko intenzivni ($p < 0,01$) in zmerno intenzivni vadbi ($p = 0,05$). Lokalna stopnja potenja je bila statistično značilno nižja pri ženskah (roke: $p < 0,01$; čelo: $p = 0,03$), vendar le pri zmerno intenzivni vadbi. Temperatura ovojja se statistično značilno ni razlikovala pri nobeni obliki vadbe (nizko intenzivna: $p = 0,88$; zmerno intenzivna: $p = 0,79$).

Opomba. TR = termoregulacija; Ž = ženske; M = moški; BMI = indeks telesne mase; VO2max = največja poraba kisika.

V Tabeli 2 so prikazani članki, ki poročajo o vplivu MC na termoregulacijske odzive med vadbo pri ženskah. V tabeli so vključeni podatki o avtorjih in letnici objave

članka, podatki o vzorcu, namenu študij in opis intervencij. Navedeni so tudi izsledki člankov in končne ugotovitve.

Tabela 2:

Vpliv menstrualnega cikla na termoregulacijske odzive med vadbo pri ženskah

Vir	Opis vzorca	Opis intervencije	Izsledki raziskave
Christison idr. (2025)	11 Ž Starost (let): $24,4 \pm 1,1$ Telesna masa (kg): $65,7 \pm 2,4$ Telesne maščobe (%): $22,7 \pm 1,5$ VO ₂ max (ml·kg ⁻¹ ·min ⁻¹): $44,5 \pm 2,1$	Namen raziskave je bil ugotoviti vpliv faze MC na temperaturo jedra telesa in hidracijsko stanje med vadbo. Intervencija je vključevala dva 180-minutna preizkusa hoje v toplotni komori ter tri intervale po 50 minut vadbe pri 50 % VO ₂ max. Razmere v okolju: temperatura 35 °C in relativna vlažnost 30 % Umestitev intervencije glede na cikel: zgodnja folikularna in srednja lutealna faza. Merili so temperaturo jedra in ovoja, stopnjo potenja, koncentracijo aldosterona.	Temperatura jedra je bila v srednji lutealni fazi statistično značilno povišana ($p = 0,032$). Koncentracija aldosterona je bila statistično značilno višja v lutealni fazi kot folikularni ($p < 0,05$). Med fazami se stopnja potenja ($p = 0,24$) in temperatura ovoja ($p = 0,13$) statistično značilno ne razlikujeta.
Garcia idr. (2006)	11 Ž Eksperimentalna skupina 1 – višje vrednosti progesterona: starost (let): $22,5 \pm 1,7$; telesna masa (kg): $57,00 \pm 7,36$; telesna maščoba (%): $20,7 \pm 5,8$; VO ₂ max (ml·kg ⁻¹ ·min ⁻¹): $39,59 \pm 8,83$ Eksperimentalna skupina 2 – nižje vrednosti progesterona: starost (let): $23,3 \pm 4,2$; telesna masa (kg): $56,89 \pm 5,31$; telesna maščoba (%): $20,6 \pm 2,7$; vo ₂ max (ml·kg ⁻¹ ·min ⁻¹): $35,28 \pm 6,25$	Namen raziskave je bil ugotoviti vpliv MC in hidracije na TR pri ženskah. Intervencija je vključevala 60-minutno kolesarjenje pri 60 % maksimalne delovne obremenitve. Razmere: temperatura 32 °C, relativna vlažnost 80 % Umestitev intervencije glede na cikel: folikularna faza (med 5. in 8. dnem cikla) in lutealna faza (med 22. in 25. dnem). Merili so stopnjo potenja, temperaturo jedra, temperaturo kože in zaznani napor.	Stopnja potenja je bila statistično značilno višja v srednji lutealni fazi v skupini 1 ($p < 0,05$). Temperatura jedra in ovoja se med fazami nista razlikovali ($p > 0,05$).
Janse idr. (2012)	12 Ž Starost (let): $24,5 \pm 3,9$ Telesna masa (kg): $69,6 \pm 9,9$	Namen raziskave je bil ugotoviti vpliv MC na dolgotrajno vadbeno zmogljivost ter TR glede na okolje. Intervencija je vključevala 60-minutno vadbo pri 60 % maksimalne porabe kisika. Razmere: zmernih 20 °C (45 %) ter vročih in vlažnih 32 °C (60 %) Umestitev intervencije glede na cikel: zgodnja folikularna (med 3. in 6. dnem cikla) in srednja lutealna faza (med 19. in 25. dnem). Merili so temperaturo jedra in potenje.	V zmernih razmerah se je statistično značilno povišala temperatura jedra v srednji lutealni fazi ($p = 0,014$). V vročih in vlažnih razmerah sta se statistično značilno povišali tako temperature jedra ($p = 0,023$) kot tudi hitrost naraščanja temperature ($p = 0,048$) v srednji lutealni fazi kot pa zgodnji folikularni fazi. Med fazami ni bilo statistično značilne razlike v stopnji potenja in izhlapevanja ($p > 0,05$).
Notley idr. (2019)	12 Ž Starost (let): 21 ± 3 Telesna masa (kg): $59,0 \pm 8,3$ Telesna maščoba (%): $21,9 \pm 5,3$ VO ₂ peak (ml·kg ⁻¹ ·min ⁻¹): $37,4 \pm 3,7$	Namen raziskave je bil ugotoviti vpliv MC na spremembe TR. Intervencija je vključevala 30-minutno kolesarjenje z naraščanjem intenzivnosti: 40 %, 55 %, 70 % porabe kisika. Razmere: temperatura 40 °C, relativna vlažnost 15 % Umestitev intervencije glede na cikel: zgodnja folikularna, pozna folikularna in srednja lutealna. Merili so izgubo toplote prek izhlapevanja in metabolno proizvodnjo toplote.	Stopnja metabolne proizvodnje toplote se med fazami statistično značilno ni razlikovala ($p = 0,80$). Izguba toplote prek izhlapevanja je bila med fazami statistično značilno podobna ($p > 0,05$).

Vir	Opis vzorca	Opis intervencije	Izsledki raziskave
T. Lei idr. (2017)	13 Ž Starost (let): 34 ± 9 Telesna masa (kg): 64 ± 6 Površina telesa (m^2): $1,7 \pm 0,09$ Telesne maščobe (%): 24 ± 5	Namen raziskave je bil ugotoviti termoregulacijske odzive dobro treniranih žensk med vadbo glede na cikel. Intervencija je vključevala štiri preizkuse: mirovanje in kolesarjenje pri stalni intenzivnosti (125 in 150 W) ter vadbo pri samostojno izbrani intenzivnosti 30 minut. Razmere: v suhem in vlažnem pri temperaturi 27 °C. Umestitev intervencije glede na cikel: zgodnja folikularna in srednja lutealna faza. Merili so temperaturo jedra in ovoja, stopnjo potenja ter pretok krvi.	Temperatura jedra je bila v srednji lutealni fazi statistično značilno povišana med mirovanjem in vadbo ($p < 0,01$). Med fazama se povprečna temperatura ovoja statistično značilno ni razlikovala ($p > 0,13$). Stopnja potenja se je v mirovanju statistično značilno razlikovala med fazama, ne pa tudi med vadbo ($p > 0,14$), medtem ko se je pretok krvi statistično značilno razlikoval glede na fazo le med vadbo, kjer so bile vrednosti višje v lutealni fazi ($p < 0,01$).
T. Lei idr. (2019)	10 Ž Eksperimentalna skupina 1 – jemanje oralne kontracepcije: starost (let): 25 ± 5 ; telesna masa (kg): 68 ± 10 ; telesna maščoba (%): 24 ± 5 ; VO ₂ max ($ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$): 55 ± 9 Eksperimentalna skupina 2 – brez oralne kontracepcije: starost (let): 34 ± 9 ; telesna masa (kg): 62 ± 4 ; telesna maščoba (%): 24 ± 5 ; VO ₂ max ($ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$): 57 ± 7	Namen raziskave je bil ugotoviti vpliv MC na termoregulacijske odzive. Intervencija je vključevala kolesarjenje pri stalni intenzivnosti 125 in 150 W ter 30-minutno vadbo lastne intenzivnosti. Razmere: suho in vlažno okolje pri 27 °C. Umestitev intervencije glede na cikel: folikularna in lutealna faza. Merili so temperaturo jedra in ovoja, prag začetka potenja, občutljivost za toploto, metabolno proizvodnjo toplote in izhlapevanje.	Temperatura jedra je bila statistično značilno višja v lutealni fazi ($p = 0,05$), medtem ko se temperatura jedra statistično značilno ni razlikovala ($p = 0,85$). V pragu začetka potenja in občutljivosti za toploto ni bilo statistično značilnih razlik ($p > 0,3$). Prav tako ni bilo statistično značilnih razlik med fazama glede metabolne proizvodnje toplote ($p > 0,50$) in izhlapevanja ($p > 0,94$). Dolgotrajna uporaba kontraceptivov je poslabšala prag za začetek potenja in občutljivosti za toploto ($p < 0,01$).

Opomba. TR = termoregulacija; MC = menstrualni cikel; VO₂max = največja poraba kisika; VO₂peak = najvišja vrednost porabe kisika med obremenilnim testom.

■ RAZPRAVA

S pregledom literature smo proučili razlike v termoregulacijskih odzivih med spoloma in vpliv MC pri ženskah med vadbo. Podatke o razlikah med spoloma smo pridobili iz sedmih člankov, o vplivu MC pa iz šestih člankov. Od vključenih študij je večina vključevala aerobno vadbo, ena pa vadbo za moč. Intervencije so trajale 15–90 minut, izvedene so bile v nadzoru okolju (temperatura 20–40 °C z relativno zračno vlažnostjo 5–45 %, razen dveh študij z višjo vlažnostjo: 60 % in 80 %). Med študijami so tri primerjale različne tipe okolij – vroče in suho/vlažno, zmerno toplo in suho/vroče in vlažno. Od vključenih študij jih je pet primerjalo zgodnjo folikularno in srednjo lutealno fazo, razen ene, ki je dodatno primerjala tudi pozno folikularno. Večina študij je merila temperaturo jedra in stopnjo potenja, v sedmih so merili temperaturo ovoja, v treh pretok krvi, v šestih so proučevali izgubo toplote prek izhlapevanja, v eni aktivnost znojnih žlez ter v dveh subjektivno toplotno zaznavo.

Razlike med spoloma

Avtorji poročajo o razlikah v termoregulacijskih odzivih med spoloma med vadbo. V treh študijah so zaznali spremembe v temperaturi jedra (Gagnon idr., 2009; Gagnon in Kenny, 2011; Kenny in Jay, 2007) in v eni spremembe v temperaturi ovoja (Kenny in Jay, 2007), pri čemer so ugotovili večje povišanje teh temperatur pri ženskah. Gagnon idr. (2009) ugotavljajo, da so omenjene razlike med spoloma verjetno posledica telesnih značilnosti, kot so telesna masa, telesna površina in sestava telesa. Ker imajo ženske v primerjavi z moškimi običajno manj telesne mase, večji delež maščob in s tem zmanjšano metabolno proizvodnjo toplote, se njihova telesna temperatura ob enaki količini toplote poviša hitreje. To bi lahko pojasnilo ugotovitve, da se ženske med vadbo hitreje segrejejo zaradi manjše energijske potrebe za dvig telesne temperature (Cheung idr., 2000; Havenith, 2001). To so v svoji študiji ugotovili na tri načine, in sicer: i) večje spremembe v temperaturi mišic pri

ženskah, kar je povezano z manjšo pusto maso in tako manjšim deležem mišične mase, zaradi česar se je ta del bolj segrel, ii) večje spremembe v temperaturi jedra pri ženskah zaradi manjše skupne telesne mase ter iii) večje spremembe temperature kože zaradi večjega segrevanja v predelu aktivnih mišic in jedra telesa, kar je povzročilo prenos toplote na površino telesa. Podobno so ugotovili tudi Notley idr. (2017), ki pojasnjujejo, da so bile razlike med spoloma le posledica telesne sestave in ne neposredno spola kot takega. S telesnimi značilnostmi so tako pojasnili 10–48 % variance v spremembah termoregulacijskih odzivov, medtem ko je spol, neodvisno ali po upoštevanju telesnih značilnosti, pojasnil le do 5 % preostale variance. V skladu z navedenim so Havenith idr. (2001) ob proučevanju termoregulacijskih odzivov prek vpliva različnih parametrov navedli sklep, da imata delež telesne maščobe ter razmerje med telesno površino in maso na omenjene odzive večji vpliv kot spol.

Nasprotno tem ugotovitvam avtorji Daanen idr. (2024), Gagnon in Kenny (2011) ter Notley idr. (2017) med spoloma niso zaznali razlik v temperaturi jedra in/ali ovoja. Daanen idr. (2024) omenjajo, da je lahko razlog za to starost preiskovancev, saj so bili ti stari več kot 65 let. Kot poročajo Blatteis (2012) ter Guergova in Du-four (2011), se lahko s starostjo spremeni regulacija tekočin in sposobnosti TR, za katero so značilni znižanje osnovne temperature jedra, oslabiljene sposobnosti razširitve žil, zmanjšana učinkovitost potenja in zmanjšana občutljivost termoreceptorjev. Omenjeni vpliv starosti je med vadbo izrazitejši zaradi večje količine proizvedene toplote. Tako bi lahko s starostjo povezani oslabiljeni termoregulacijski odzivi vplivali na to, da med spoloma ni razlik v temperaturi. Podobno so ugotovili tudi v študijah, v katerih niso zaznali interakcije med starostjo in spolom, sta se pa toplotna občutljivost (Inoue idr., 2016) in izguba toplote (Gagnon idr., 2008) s staranjem podobno zmanjševali tako pri ženskah kot pri moških.

V vključenih študijah so pri merjenju potenja zaznali razlike med spoloma, in sicer nižjo stopnjo potenja pri ženskah (Daanen idr., 2024; Gagnon in Kenny, 2011, 2012a; Kenny in Jay, 2007; Notley idr., 2017). V skladu s tem študije navajajo podobno razliko v stopnji potenja, zlasti v vlažnem okolju (Ichinose-Kuwahara idr., 2010; Inoue idr., 2014). Vendar so te razlike v okolju z nizko relativno vlažnostjo

manjše (Havenith, 2001). Medtem ko študije poročajo o razlikah v potenju med spoloma, Topham idr. (2024) kljub pomenjenju preiskovancev glede na telesne značilnosti niso zaznali razlik. Rezultate je morda pojasniti z možnim tipom okolja, saj naj bi imele ženske v zmernem okolju učinkovitejšo TR, medtem ko je ta v ekstremnih razmerah, denimo v vročem in vlažnem okolju, zaradi večje količine znojenja učinkovitejša pri moških (Gagnon in Kenny, 2012b). Tako bi lahko tudi nadzorovano okolje med intervencijami vplivalo na rezultate in s tem razlike med spoloma.

Gagnon in Kenny (2011) sta v študiji sicer potrdila razlike v količini izločenega znoja, vendar med spoloma nista ugotovila razlik v začetnem pragu potenja. Po drugi strani pa nekatere študije poudarjajo, da imajo ženske višji začetni prag potenja in boljšo sposobnost zaviranja potenja (Kenny in Jay, 2007). V študiji Gagnon in Kenny (2012a) prav tako poročata, da se pri ženskah med vadbo aktivira več znojnih žlez, vendar je izločanje znoja na enoto telesne površine manjše kot pri moških, kar pripisujejo manjši telesni površini žensk – to sovпада s prej omenjenimi ugotovitvami (Park idr., 2020). Poleg tega Wingo idr. (2010) v svoji študiji poudarjajo, da lahko pretok krvi skozi kožo, neodvisno od sprememb začetnega praga potenja, samostojno vpliva na lokalno potenje. Med vključenimi raziskavami so Notley idr. (2017) povečani pretok krvi

pri ženskah pripisali večji prilagodljivosti in večji specifični površini za odvajanje toplote s suhim ohlajanjem, medtem ko Gagnon in Kenny (2012a) razlik v pretoku krvi med spoloma med vadbo nista zaznala. Povečan pretok krvi je pri ženskah povezan z višjim volumnom plazme, kar pomembno vpliva na ohlajanje telesa (Rowland, 2008).

V študijah, ki so merile stopnjo potenja, sta Kenny in Jay (2007) poročala tudi o vplivu aerobne zmogljivosti pri moških in ženskah. Ugotovila sta razlike v termoregulacijskih odzivih tako pri splošni primerjavi med spoloma kot tudi ob upoštevanju aerobne pripravljenosti. Nasprotno Havenith (2001) v svoji študiji pri primerjavi med spoloma, neodvisno od omenjenih parametrov, razlik ni več zaznal. Aerobna pripravljenost je povezana z boljšim toplotnim odzivom in večjo sposobnostjo odvajanja toplote, saj imajo bolj trenirani večjo toplotno toleranco. Poleg tega je višji VO₂max povezan z nižjo temperaturo jedra med vadbo v vročini (Beaudin idr., 2009). Zato utemeljujejo, da naj bi imela aerobna zmogljivost tako večji vpliv kot le spol. Kot omenjeno, pride med vadbo do metabolne proizvodnje toplote. Nekatere študije so želele ugotoviti vpliv količine proizvedene toplote med vadbo in njeno povezanost s spolom. V študiji Gagnon idr. (2008) so preiskovanci izvajali vadbo pri stalnem odstotku VO₂max, pri čemer so ugotovili, da so bile zaznane razlike med spoloma



Slika 2: Primerjava termoregulacijskih vadbenih odzivov med spoloma

posledica razlik v metabolni proizvodnji toplote. Moški so namreč pri enaki relativni intenzivnosti vadbe proizvedli več toplote kot ženske, kar je vplivalo na večjo potrebo po toplotni izgubi prek izhlapevanja. Zato sta Gagnon in Kenny (2011) izvedla intervencijo pri enaki absolutni metabolni proizvodnji toplote z namenom izključitve tega dejavnika. Rezultati so pokazali, da imajo ženske v vročem okolju pri enaki metabolni obremenitvi nižjo termalno občutljivost za celotno telesno znojenje v primerjavi z moškimi.

Študije, ki so proučevale vpliv povečevanja intenzivnosti vadbe na razlike v TR med spoloma, ugotavljajo, da se razlike med spoloma z intenzivnostjo povečujejo (Ichinose-Kuwahara idr., 2010) oz. da so te razlike vidne šele pri višjih intenzivnostih vadbe ter s tem večjih zahtevah po odvajanju toplote (Gagnon in Kenny, 2012a). To bi lahko pojasnilo rezultate Daanen idr. (2024), kjer med spoloma niso zaznali razlik v temperaturi jedra in ovoja, saj so vadbo izvajali pri nizki intenzivnosti z metabolno proizvodnjo 10 W. Rezultati so lahko dodatno povezani z individualnimi razlikami v sposobnosti prilagajanja na toplotni stres med vadbo. Višja stopnja aklimatizacije se kaže v povečani stopnji potenja, večji toplotni občutljivosti in izboljšani srčno-žilni zmogljivosti (Ravanelli idr., 2019).

V zvezi z izgubo toplote prek izhlapevanja sta vključeni študiji navedli nasprotno: si ugotovitve. Medtem ko so Gagnon idr. (2009) ter Gagnon in Kenny (2011) v študijah poročali o podrobnih rezultatih v izgubi toplote med moškimi in ženskami, sta Gagnon in Kenny (2012a) dokazala nižje vrednosti izhlapevanja pri ženskah, kar potrjujejo tudi druge raziskave (D'Souza idr., 2020; Gagnon idr., 2008). Ti so pri ženskah opazili, da se je izhlapevanje toplote ob največji potrebi po toplotnem odvajanju stabiliziralo (z dosego zgornje meje znojenja), medtem ko se je pri moških v enakih pogojih še naprej povečevalo (Gagnon in Kenny, 2012a). Med vadbo morajo zato ženske zaradi manjše telesne površine z namenom ohranjanja toplotnega ravnovesja doseči enako stopnjo izhlapevanja toplote kot moški. Tako se lahko pri njih hitreje pojavi hipertermija, še posebej ob daljši in naporni vadbi ter v vročem in/ali

vlažnem okolju, in s tem prej utrujenost kot pri moških. Pri določeni ravni, ko vadbina in okolje omejujeta možnost izhlapevanja in je onemogočena nadomestitev izgube znoja, naj bi po podatkih iz študij ženske imele boljše prilagoditve (Cheung idr., 2000).

Z merjenjem občutljivosti za toploto so Gerrett idr. (2014) ugotovili, da se zaznava toplote med spoloma razlikuje. Ženske naj bi tako bile bolj občutljive za toplotni stres, močnejše zaznavale toploto, s čimer so jo opredelile kot bolj neudobno in stresno. Na podlagi opisanih termoregulacijskih razlik med spoloma ni mogoče izključiti vpliva (spolnih) hormonov, ki lahko pomembno prispevajo k spolnim razlikam v TR. Vendar hormonskega vidika vključene študije niso obravnavale.

Vpliv menstrualnega cikla

Pri ženskah se termoregulacijski odzivi razlikujejo glede na fazo MC, pri čemer je odziv zaradi hormonskega odziva večji v lutealni kot v folikularni fazi. V študijah, pri katerih so merili temperaturo jedra, se je ta pri ženskah med vadbo bolj povišala v srednji lutealni fazi, ko je koncentracija hormonov estrogena in progesterona višja, predvsem zaradi visokih koncentracij progesterona, kot pa v zgodnji folikularni fazi (Christison idr., 2025; Janse idr., 2012; Lei idr., 2017, 2019). Janse idr. (2012) so izvedli intervencijo v dveh različnih okoljih – v zmernem in suhem ter vročem in vlažnem okolju – ter ugotovili razliko med fazami tudi v začetni temperaturi jedra pred vadbo. Ta je bila višja v lutealni fazi cikla v obeh pogojih okolja in je v tej fazi ostala povišana tudi med vadbo. Skupaj s tem pa je bila tudi hitrost povečanja omenjene temperature v lutealni fazi med vadbo višja za 19 %, vendar le v ekstremnih pogojih okolja (Janse idr., 2012). Podobno študije opisujejo povečanje temperature jedra v srednji lutealni fazi, za 0,3–0,5 °C (Baker idr., 2020; Charkoudian idr., 2017; Matsuda-Nakamura idr., 2015). Vpliv MC na TR s spreminjanjem okolja so raziskovali tudi T. Lei idr. (2017, 2019). Ugotovili so, da s spremembo relativne vlažnosti ob stalni temperaturi okolja prihaja do večjih sprememb termoregulacijskih odzivov v srednji lutealni fazi. Nekatere študije (Day

idr., 2005; Kuwahara idr., 2005a) – sicer z izjemami (Lei idr., 2019; Notley idr., 2019) – ugotavljajo zvišanje stopnje in/ali hitrosti metabolne proizvodnje toplote za 5–10 % v lutealni fazi. Omenjeno lahko razložimo z naslednjim mehanizmom: povišanje koncentracije progesterona poveča temperaturo telesa prek hipotalamusa in hitrost metabolne proizvodnje toplote, kar dodatno poviša temperaturo jedra (H. Lee idr., 2014; Oliver in Pillarisetty, 2025).

Podobne korelacije med temperaturo jedra in koncentracijo progesterona so ugotovili tudi Hashimoto idr. (2015), medtem ko Garcia idr. (2006) teh razlik prek MC niso zaznali. Kot razlagajo, je to lahko povezano z zadostno hidracijo preiskovank pred vadbo. Hidracija tako pomembno vpliva in blaži termoregulacijske odzive, zlasti med ekstremnimi pogoji okolja, saj omogoča učinkovito odvajanje toplote (Sawka idr., 2001). Kot kažejo študije, so se dobro hidrirane ženske hitreje začele potiti, poleg tega so zaznali manjše povišanje temperature jedra v lutealni fazi in s tem manjše razlike med fazama kot pri nehidriranih (Garcia idr., 2006; Hashimoto idr., 2015). To je lahko povezano z majhnimi razlikami ali celo pomanjkanjem razlik v TR med fazami MC. V srednji lutealni fazi je višja koncentracija aldosterona, kar je povezano z višjo koncentracijo estrogena in progesterona. Tako je aldosteron prek spodbujanja zadrževanja vode povezan z zmanjšanjem pretoka krvi in potrebo po zgodnjem potenju, s čimer vpliva na povečano pregrevanje telesa med vadbo (Christison idr., 2025; Nose idr., 2020; Szmuliowicz idr., 2006). Tako bi lahko hidracija in raven koncentracije aldosterona s stališča hormonov progesterona in estrogena v srednji lutealni fazi imela pomembno vlogo v TR. Z vidika temperature jedra Garcia idr. (2006) niso zaznali razlik med lutealno in folikularno fazo, kar potrjujejo tudi sklepne ugotovitve študij Grucza idr. (1993) ter T. Lei idr. (2017). Prav tako se temperatura ovoja med fazama ni razlikovala (Christison idr., 2025; Garcia idr., 2006; Lei idr., 2017).

Omenjena razlika med fazama v zvišanju stopnje potenja v povezani s hidracijo je bila opisana tudi v študiji, v kateri so izvajali intervencijo na dobro treniranih ženskah (Lei idr., 2017). Po rezultatih

študij, v katerih so primerjali trenirane in netrenirane posameznike, bi lahko treniranost imela vlogo pri teh razlikah. Omenjeni avtorji so navedli, da so podobni rezultati med lutealno in folikularno fazo pri treniranih posameznicah deloma posledica izboljšanja termoregulacijskih odzivov prek treninga (Kuwahara idr., 2005a, 2005b; Sunderland in Nevill, 2003). Christison idr. (2025) ter Janse idr. (2012) poročajo o podobni spremembi stopnje potenja tako v lutealni kot folikularni fazi, kar so pripisali majhnemu vzorcu. Poleg stopnje potenja vključene študije glede na MC niso zaznale razlik v stopnji potenja (Christison idr., 2025) in pragu začetka potenja (Lei idr., 2019) med vadbo. Nasprotno temu pa Grucza idr. (1993) kljub povišanju začetnega praga znojenja v lutealni fazi niso poročali o razliki v stopnji potenja.

V vključenih študijah niso zaznali razlik pri izgubi toplote prek izhlapevanja, kljub upoštevanju in merjenju izhlapevanja

celotnega telesa (Janse idr., 2012; Lei idr., 2019; Notley idr., 2019). Iz tega izhaja sklep, da MC ne vpliva na odvajanje toplote prek izhlapevanja. Notley idr. (2019) so poleg srednje lutealne in zgodnje folikularne faze primerjali tudi pozno folikularno fazo. Pri slednji so ob primerjavi z drugima fazama ugotovili podobne rezultate kot pri zgodnji folikularni, le da je bila temperatura jedra še nižja. Čeprav številne študije primerjajo srednjo lutealno fazo z zgodnjo folikularno, so jo Kuwahara, Inoue, Abe idr. (2005a) ter Lee idr. (2014) primerjali s srednjo folikularno fazo ter prav tako ugotovili večje potenje in povečan pretok krvi v lutealni fazi. Nasprotno pa Sunderland in Nevill (2003) v svoji raziskavi nista zaznala razlik v potenju ali temperaturi jedra med fazami. Glede pretoka krvi so od vključenih študij T. Lei idr. (2017) ugotovili manjši pretok v srednji lutealni fazi kot pa začetni folikularni, kar se ujema z rezultati drugih študij (H. Lee idr., 2014; Petrofsky idr., 2017),

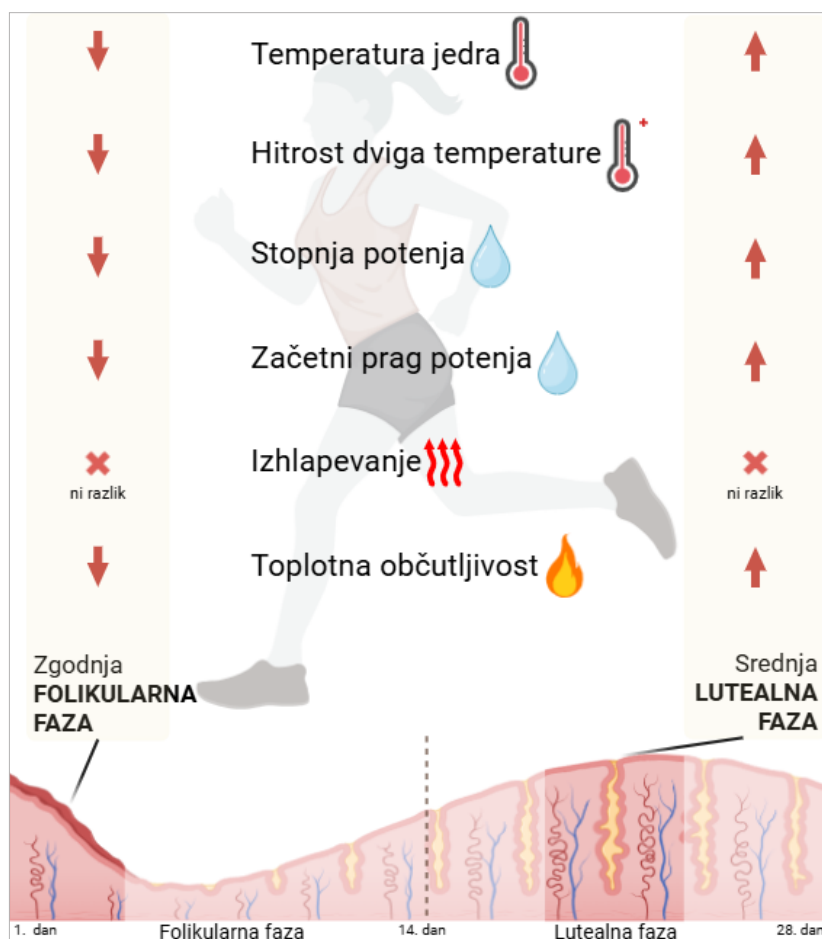
vendar je to v nasprotju s pričakovanimi odzivi ob povečanju temperature jedra. Kljub temu nekatere študije opisujejo nasprotno – večji pretok skozi kožo v srednji lutealni fazi (Kuwahara idr., 2005b).

MC po ugotovitvah T. Lei idr. (2019) ni vplival na zaznavo toplotnega stresa, kar so pripisali blaženju termoregulacijskih odzivov v lutealni fazi z oralnimi kontraceptivi. Progesterin zviša temperaturo jedra in zamakne prag potenja v srednji lutealni fazi, medtem ko kombinacija z estrogenom te učinke ublaži, kar kaže na modulacijsko vlogo estrogena (Lei idr., 2019; N. S. Stachenfeld idr., 2000). Ker koncentracija ne posnema povsem naravnega hormonskega okolja, se učinki med posameznicami razlikujejo. Študije bi se lahko razlikovale v razmerju progestinov in estradiolov ter trajanju uporabe (Baker idr., 2020).

Vključene študije kažejo, da imajo ženske višjo temperaturo jedra, nižjo stopnjo potenja, višji začetni prag potenja, višjo občutljivost za toploto in večjo aktivnost žlez znojnic kot moški. Termoregulacijski odzivi se spreminjajo skozi MC, zlasti v srednji lutealni fazi, ko povišan progesteron vpliva na hitrejše segrevanje telesa in večji toplotni stres. Čeprav vključene študije že upoštevajo faze MC, bi bilo za učinkovitejše razumevanje termoregulacijskih sprememb treba vključiti meritve v vseh podfazah cikla. Poleg tega je za prihodnje raziskave pomembno meriti posamezne spremenljivke in zmanjšati vpliv motečih dejavnikov, kar bi omogočilo natančnejšo analizo vpliva spola in MC na TR. Med omejitvami našega pregleda je treba omeniti, da so bile vključene le študije, objavljene v angleškem jeziku, da nismo upoštevali vseh faz MC, kar bi lahko vplivalo na razlike med spoloma, ter da nismo upoštevali uporabe kontraceptivov, o katerih so poročale nekatere študije.

■ ZAKLJUČEK

Termoregulacija med vadbo pri ženskah se razlikuje od tiste pri moških, pri čemer ženske pogosteje izkazujejo višjo temperaturo jedra, nižjo stopnjo potenja in večjo občutljivost za toplotni stres. Zato učinkoviteje odvajajo toploto ob suhem ohlajanju, medtem ko se moški



Slika 3: Primerjava v termoregulacijskih odzivih glede na fazo MC (zgodnja folikularna in srednja lutealna faza)

učinkoviteje ohlajajo prek znojenja in izhlapevanja. Te razlike so povezane s telesnimi značilnostmi in hormonskimi vplivi, zlasti v srednji lutealni fazi cikla, ko je termalna obremenitev večja zaradi povišane ravni progesterona. Razlike med spoloma in posameznimi fazami cikla se zmanjšujejo z večjo telesno pripravljenostjo, medtem ko se povečujejo ob večji intenzivnosti vadbe ter v vročem in vlažnem okolju. Na podlagi tega je pomembno upoštevati menstrualni cikel in njegove posamezne faze, pri čemer je intenzivnost vadbe priporočljivo zmanjšati v lutealni fazi. Poleg tega sta v tej še posebej pomembna zadostna hidracija in po možnosti izvajanje vadbe v hladnejšem okolju. Zaradi vpliva številnih dejavnikov splošna priporočila niso navedena. Zato je pomembno izvajati individualizirano vadbo, ki temelji na odzivu posameznice na telesno zmogljivost skozi cikel.

LITERATURA

- Bain, A. R., Deren, T. M. in Jay, O. (2011). Describing individual variation in local sweating during exercise in a temperate environment. *European Journal of Applied Physiology*, 111(8), 1599–1607. <https://doi.org/10.1007/s00421-010-1788-9>
- Baker, F. C., Siboz, F. in Fuller, A. (2020). Temperature regulation in women: Effects of the menstrual cycle. *Temperature: Multidisciplinary Biomedical Journal*, 7(3), 226–262. <https://doi.org/10.1080/23328940.2020.1735927>
- Beaudin, A. E., Clegg, M. E., Walsh, M. L. in White, M. D. (2009). Adaptation of exercise ventilation during an actively-induced hyperthermia following passive heat acclimation. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 297(3), R605–R614. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.90672.2008>
- Blatteis, C. M. (2012). Age-dependent changes in temperature regulation – a mini review. *Gerontology*, 58(4), 289–295. <https://doi.org/10.1159/000333148>
- Boulant, J. A. (2000). Role of the preoptic-anterior hypothalamus in thermoregulation and fever. *Clinical Infectious Diseases: An Official Publication of the Infectious Diseases Society of America*, 31 Suppl 5, S157–161. <https://doi.org/10.1086/317521>
- Boulant, J. A. (2006). Neuronal basis of Hammel's model for set-point thermoregulation. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985)*, 100(4), 1347–1354. <https://doi.org/10.1152/japplphysiol.01064.2005>
- Bright, F. M., Clark, B., Jay, O. in Périard, J. D. (2025). Elevated Humidity Impairs Evaporative Heat Loss and Self-Paced Exercise Performance in the Heat. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 35(3), e70041. <https://doi.org/10.1111/sms.70041>
- Charkoudian, N. (2003). Skin Blood Flow in Adult Human Thermoregulation: How It Works, When It Does Not, and Why. *Mayo Clinic Proceedings*, 78(5), 603–612. <https://doi.org/10.4065/78.5.603>
- Charkoudian, N., Hart, E. C. J., Barnes, J. N. in Joyner, M. J. (2017). Autonomic control of body temperature and blood pressure: influences of female sex hormones. *Clinical Autonomic Research: Official Journal of the Clinical Autonomic Research Society*, 27(3), 149–155. <https://doi.org/10.1007/s10286-017-0420-z>
- Charkoudian, N. in Stachenfeld, N. (2016). Sex hormone effects on autonomic mechanisms of thermoregulation in humans. *Autonomic Neuroscience*, 196, 75–80. <https://doi.org/10.1016/j.autneu.2015.11.004>
- Cheung, S. S., McLellan, T. M. in Tenaglia, S. (2000). The thermophysiology of uncompensable heat stress: Physiological manipulations and individual characteristics. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 29(5), 329–359. <https://doi.org/10.2165/00007256-200029050-00004>
- Christison, K. S., Gurney, S. C., Williamson-Reisdorph, C. M., Covington, A. C. in Dumke, C. L. (2025). Menstrual cycle effects on thermoregulation while exercising in the heat. *Journal of Thermal Biology*, 127, 104036. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2024.104036>
- Cramer, M. N., Bain, A. R. in Jay, O. (2012). Local sweating on the forehead, but not forearm, is influenced by aerobic fitness independently of heat balance requirements during exercise. *Experimental Physiology*, 97(5), 572–582. <https://doi.org/10.1113/expphysiol.2011.061374>
- Cramer, M. N., Gagnon, D., Laitano, O. in Crandall, C. G. (2022). Human temperature regulation under heat stress in health, disease, and injury. *Physiological Reviews*, 102(4), 1907–1989. <https://doi.org/10.1152/physrev.00047.2021>
- Daanen, H. A. M., Dijkstra, I., Abbink, E., de Jong, I. J., Wolf, S. T., Bongers, C. C. W. G., Hondema, L. S., Eijvogels, T. M. H. in Kingma, B. R. M. (2024). Sex differences in thermophysiological responses of elderly to low-intensity exercise during uncompensable heat strain. *European Journal of Applied Physiology*, 124(8), 2451–2459. <https://doi.org/10.1007/s00421-024-05457-8>
- Day, D. S., Gozansky, W. S., Van Pelt, R. E., Schwartz, R. S. in Kohrt, W. M. (2005). Sex hormone suppression reduces resting energy expenditure and {beta}-adrenergic support of resting energy expenditure. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 90(6), 3312–3317. <https://doi.org/10.1210/jc.2004-1344>
- D'Souza, A. W., Notley, S. R. in Kenny, G. P. (2020). The Relation between Age and Sex on Whole-Body Heat Loss during Exercise-Heat Stress. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 52(10), 2242–2249. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000002373>
- Fernández-Peña, C., Reimúndez, A., Viana, F., Arce, V. M. in Señaris, R. (2023). Sex differences in thermoregulation in mammals: Implications for energy homeostasis. *Frontiers in Endocrinology*, 14, 1093376. <https://doi.org/10.3389/fendo.2023.1093376>
- Flouris, A. D. (2011). Functional architecture of behavioural thermoregulation. *European Journal of Applied Physiology*, 111(1), 1–8. <https://doi.org/10.1007/s00421-010-1602-8>
- Gagnon, D., Dorman, L. E., Jay, O., Hardcastle, S. in Kenny, G. P. (2009). Core temperature differences between males and females during intermittent exercise: physical considerations. *European Journal of Applied Physiology*, 105(3), 453–461. <https://doi.org/10.1007/s00421-008-0923-3>
- Gagnon, D., Jay, O., Lemire, B. in Kenny, G. P. (2008). Sex-related differences in evaporative heat loss: the importance of metabolic heat production. *European Journal of Applied Physiology*, 104(5), 821–829. <https://doi.org/10.1007/s00421-008-0837-0>
- Gagnon, D. in Kenny, G. P. (2011). Sex modulates whole-body sudomotor thermosensitivity during exercise. *The Journal of Physiology*, 589(Pt 24), 6205–6217. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2011.219220>
- Gagnon, D. in Kenny, G. P. (2012a). Sex differences in thermoeffector responses during exercise at fixed requirements for heat loss. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985)*, 113(5), 746–757. <https://doi.org/10.1152/japplphysiol.00637.2012>
- Gagnon, D. in Kenny, G. P. (2012b). Does sex have an independent effect on thermoeffector responses during exercise in the heat? *The Journal of Physiology*, 590(23), 5963–5973. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2012.240739>
- Garcia, A. M. C., Lacerda, M. G., Fonseca, I. a. T., Reis, F. M., Rodrigues, L. O. C. in Silami-Garcia, E. (2006). Luteal phase of the menstrual cycle increases sweating rate during exercise. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research = Revista Brasileira De Pesquisas Medicas E Biologicas*, 39(9), 1255–1261. <https://doi.org/10.1590/s0100-879x2006005000007>
- Gerrett, N., Ouzzahra, Y., Coleby, S., Hobbs, S., Redortier, B., Voelcker, T. in Havenith, G. (2014). Thermal sensitivity to warmth during rest and exercise: a sex comparison. *European Journal of Applied Physiology*, 114(7), 1451–1462. <https://doi.org/10.1007/s00421-014-2875-0>
- Giersch, G. E. W., Charkoudian, N., Stearns, R. L. in Casa, D. J. (2020). Fluid Balance and Hydration Considerations for Women: Review and Future Directions. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 50(2), 253–261. <https://doi.org/10.1007/s40279-019-01206-6>

28. Gruzca, R., Pekkarinen, H., Titov, E. K., Kononoff, A. in Hänninen, O. (1993). Influence of the menstrual cycle and oral contraceptives on thermoregulatory responses to exercise in young women. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 67(3), 279–285. <https://doi.org/10.1007/BF00864229>
29. Guergova, S. in Dufour, A. (2011). Thermal sensitivity in the elderly: a review. *Ageing Research Reviews*, 10(1), 80–92. <https://doi.org/10.1016/j.jarr.2010.04.009>
30. Haman, F. (2006). Shivering in the cold: from mechanisms of fuel selection to survival. *Journal of Applied Physiology*, 100(5), 1702–1708. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.0101088.2005>
31. Hashimoto, H., Ishijima, T., Suzuki, K. in Higuchi, M. (2015). The effect of the menstrual cycle and water ingestion on physiological responses during prolonged exercise at moderate intensity under hot conditions. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*.
32. Havenith, G. (2001). Individualized model of human thermoregulation for the simulation of heat stress response. *Journal of Applied Physiology*, 90(5), 1943–1954. <https://doi.org/10.1152/jappl.2001.90.5.1943>
33. Hymczak, H., Gołab, A., Mendrala, K., Plicner, D., Darocha, T., Podsiadło, P., Hudziak, D., Gocoł, R. in Kosiński, S. (2021). Core Temperature Measurement—Principles of Correct Measurement, Problems, and Complications. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(20), 10606. <https://doi.org/10.3390/ijerph182010606>
34. Ichinose-Kuwahara, T., Inoue, Y., Iseki, Y., Hara, S., Ogura, Y. in Kondo, N. (2010). Sex differences in the effects of physical training on sweat gland responses during a graded exercise. *Experimental Physiology*, 95(10), 1026–1032. <https://doi.org/10.1113/expphysiol.2010.053710>
35. Inoue, Y., Gerrett, N., Ichinose-Kuwahara, T., Umino, Y., Kiuchi, S., Amano, T., Ueda, H., Havenith, G. in Kondo, N. (2016). Sex differences in age-related changes on peripheral warm and cold innocuous thermal sensitivity. *Physiology & Behavior*, 164(Pt A), 86–92. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2016.05.045>
36. Inoue, Y., Ichinose-Kuwahara, T., Funaki, C., Ueda, H., Tochihiro, Y. in Kondo, N. (2014). Sex differences in acetylcholine-induced sweating responses due to physical training. *Journal of Physiological Anthropology*, 33(1), 13. <https://doi.org/10.1186/1880-6805-33-13>
37. Janse, D. J. X. a. K., Thompson, M. W., Chuter, V. H., Silk, L. N. in Thom, J. M. (2012). Exercise Performance over the Menstrual Cycle in Temperate and Hot, Humid Conditions. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 44(11), 2190. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3182656f13>
38. Kenny, G. P. in Jay, O. (2007). Sex differences in postexercise esophageal and muscle tissue temperature response. *American Journal of Physiology. Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 292(4), R1632–1640. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.00638.2006>
39. Kenny, G. P. in McGinn, R. (2017). Restoration of thermoregulation after exercise. *Journal of Applied Physiology*, 122(4), 933–944. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00517.2016>
40. Krstrup, P., Ferguson, R. A., Kjær, M. in Bangsbo, J. (2003). ATP and heat production in human skeletal muscle during dynamic exercise: higher efficiency of anaerobic than aerobic ATP resynthesis. *The Journal of Physiology*, 549(Pt 1), 255–269. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2002.035089>
41. Kuwahara, T., Inoue, Y., Abe, M., Sato, Y. in Kondo, N. (2005a). Effects of menstrual cycle and physical training on heat loss responses during dynamic exercise at moderate intensity in a temperate environment. *American Journal of Physiology. Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 288(5), R1347–1353. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.00547.2004>
42. Kuwahara, T., Inoue, Y., Taniguchi, M., Ogura, Y., Ueda, H. in Kondo, N. (2005b). Effects of physical training on heat loss responses of young women to passive heating in relation to menstrual cycle. *European Journal of Applied Physiology*, 94(4), 376–385. <https://doi.org/10.1007/s00421-005-1329-0>
43. Lee, H., Petrofsky, J., Shah, N., Awali, A., Shah, K., Alotaibi, M. in Yim, J. (2014). Higher sweating rate and skin blood flow during the luteal phase of the menstrual cycle. *The Tohoku Journal of Experimental Medicine*, 234(2), 117–122. <https://doi.org/10.1620/tjem.234.117>
44. Lee, J.-B., Kim, J.-H. in Murota, H. (2016). Perspiration Functions in Different Ethnic, Age, and Sex Populations: Modification of Sudomotor Function. *Current Problems in Dermatology*, 51, 109–119. <https://doi.org/10.1159/000447370>
45. Lei, T., Cotter, J. D., Schlader, Z. J., Stannard, S. R., Perry, B. G., Barnes, M. J. in Mündel, T. (2019). On exercise thermoregulation in females: interaction of endogenous and exogenous ovarian hormones. *The Journal of Physiology*, 597(1), 71–88. <https://doi.org/10.1113/JP276233>
46. Lei, T., Stannard, S. R., Perry, B. G., Schlader, Z. J., Cotter, J. D. in Mündel, T. (2017). Influence of menstrual phase and arid vs. humid heat stress on autonomic and behavioural thermoregulation during exercise in trained but unacclimated women. *The Journal of Physiology*, 595(9), 2823–2837. <https://doi.org/10.1113/JP273176>
47. Lim, C., Byrne, C. in Lee, J. (2008). Human Thermoregulation and Measurement of Body Temperature in Exercise and Clinical Settings. *Annals of the Academy of Medicine, Singapore*, 37, 347–353.
48. Matsuda-Nakamura, M., Yasuhara, S. in Nagashima, K. (2015). Effect of menstrual cycle on thermal perception and autonomic thermoregulatory responses during mild cold exposure. *The Journal of Physiological Sciences*, 65(4), 339–347. <https://doi.org/10.1007/s12576-015-0371-x>
49. Moran, D. S. in Mendal, L. (2002). Core temperature measurement: methods and current insights. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 32(14), 879–885. <https://doi.org/10.2165/00007256-200232140-00001>
50. Morrison, S. F. in Nakamura, K. (2019). Central Mechanisms for Thermoregulation. *Annual Review of Physiology*, 81, 285–308. <https://doi.org/10.1146/annurev-physiol-020518-114546>
51. Nagashima, K., Tokizawa, K., Uchida, Y., Matsuda-Nakamura, M. in Cheng-Hsien, L. (2012). Exercise and Thermoregulation. *The Journal of Physical Fitness and Sports Medicine*, 1, 73–82. <https://doi.org/10.7600/jpfsm.1.73>
52. Nose, Y., Fujita, K., Wada, T., Nishimura, K. in Hakoda, M. (2020). Effects of Menstrual Cycle Phase on Fluid Regulation during Walking Exercise. *Journal of Sports Science & Medicine*, 19(3), 556–563.
53. Notley, S. R., Dervis, S., Poirier, M. P. in Kenny, G. P. (2019). Menstrual cycle phase does not modulate whole body heat loss during exercise in hot, dry conditions. *Journal of Applied Physiology*, 126(2), 286–293. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00735.2018>
54. Notley, S. R., Park, J., Tagami, K., Ohnishi, N. in Taylor, N. A. S. (2017). Variations in body morphology explain sex differences in thermoeffector function during compensable heat stress. *Experimental Physiology*, 102(5), 545–562. <https://doi.org/10.1113/EP086112>
55. Oliver, R. in Pillarisetty, L. S. (2025). Anatomy, Abdomen and Pelvis, Ovary Corpus Luteum. *StatPearls*. StatPearls Publishing. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK539704/>
56. Park, T.-H., Lee, J.-B., Lee, H.-J. in Yun, B. (2020). Sex-related differences in sudomotor function in healthy early twenties focused on activated sweat gland density. *The Chinese Journal of Physiology*, 63(1), 1–6. https://doi.org/10.4103/CJPCJP_46_19
57. Périard, J. D., Eijssvogels, T. M. H. in Daanen, H. A. M. (2021). Exercise under heat stress: thermoregulation, hydration, performance implications, and mitigation strategies. *Physiological Reviews*, 101(4), 1873–1979. <https://doi.org/10.1152/physrev.00038.2020>
58. Périard, J. D., Travers, G. J. S., Racinais, S. in Sawka, M. N. (2016). Cardiovascular adaptations supporting human exercise-heat acclimation. *Autonomic Neuroscience: Basic & Clinical*, 196, 52–62. <https://doi.org/10.1016/j.autneu.2016.02.002>
59. Petrofsky, J., Lee, H. in Khowailed, I. A. (2017). Sudomotor and vasomotor activity during the menstrual cycle with global heating. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 37(4), 366–371. <https://doi.org/10.1111/cpf.12309>

60. Ravanelli, N., Coombs, G., Imbeault, P. in Jay, O. (2019). Thermoregulatory adaptations with progressive heat acclimation are predominantly evident in uncompensable, but not compensable, conditions. *Journal of Applied Physiology* (Bethesda, Md.: 1985), 127(4), 1095–1106. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00220.2019>
61. Romanovsky, A. A. (2018). Chapter 1 - The thermoregulation system and how it works. V A. A. Romanovsky (ur.), *Handbook of Clinical Neurology* (Let. 156, str. 3–43). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63912-7.00001-1>
62. Rowland, T. (2008). Thermoregulation during exercise in the heat in children: old concepts revisited. *Journal of Applied Physiology* (Bethesda, Md.: 1985), 105(2), 718–724. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.01196.2007>
63. Sawka, M. N., Montain, S. J. in Latzka, W. A. (2001). Hydration effects on thermoregulation and performance in the heat. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, 128(4), 679–690. [https://doi.org/10.1016/S1095-6433\(01\)00274-4](https://doi.org/10.1016/S1095-6433(01)00274-4)
64. Schlader, Z. J. in Vargas, N. T. (2019). Regulation of Body Temperature by Autonomic and Behavioral Thermoeffectors. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 47(2), 116–126. <https://doi.org/10.1249/JES.0000000000000180>
65. Seňarís, R., Ordás, P., Reimúndez, A. in Viana, F. (2018). Mammalian cold TRP channels: impact on thermoregulation and energy homeostasis. *Pflügers Archiv: European Journal of Physiology*, 470(5), 761–777. <https://doi.org/10.1007/s00424-018-2145-9>
66. Stachenfeld, N. (2008). Sex Hormone Effects on Body Fluid Regulation. *Exercise and sport sciences reviews*, 36, 152–159. <https://doi.org/10.1097/JES.0b013e31817be928>
67. Stachenfeld, N. S., Silva, C. in Keefe, D. L. (2000). Estrogen modifies the temperature effects of progesterone. *Journal of Applied Physiology* (Bethesda, Md.: 1985), 88(5), 1643–1649. <https://doi.org/10.1152/jappp.2000.88.5.1643>
68. Sunderland, C. in Nevill, M. (2003). Effect of the menstrual cycle on performance of intermittent, high-intensity shuttle running in a hot environment. *European Journal of Applied Physiology*, 88(4–5), 345–352. <https://doi.org/10.1007/s00421-002-0722-1>
69. Szmuiłowicz, E. D., Adler, G. K., Williams, J. S., Green, D. E., Yao, T. M., Hopkins, P. N. in Seely, E. W. (2006). Relationship between aldosterone and progesterone in the human menstrual cycle. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 91(10), 3981–3987. <https://doi.org/10.1210/jc.2006-1154>
70. Tabarean, I., Morrison, B., Marcondes, M. C., Bartfai, T. in Conti, B. (2010). Hypothalamic and dietary control of temperature-mediated longevity. *Ageing Research Reviews*, 9(1), 41–50. <https://doi.org/10.1016/j.arr.2009.07.004>
71. Tansey, E. A. in Johnson, C. D. (2015). Recent advances in thermoregulation. *Advances in Physiology Education*, 39(3), 139–148. <https://doi.org/10.1152/advan.00126.2014>
72. Topham, T. H., Smallcombe, J. W., Brown, H. A., Clark, B., Woodward, A. P., Telford, R. D., Jay, O. in Périard, J. D. (2024). Biological sex does not independently influence core temperature change and sweating of children exercising in uncompensable heat stress. *Journal of Applied Physiology* (Bethesda, Md.: 1985), 136(6), 1440–1449. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00877.2023>
73. Wang, L., Yin, H., Di, Y., Liu, Y. in Liu, J. (2016). Human local and total heat losses in different temperature. *Physiology & Behavior*, 157, 270–276. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2016.02.018>
74. Wickham, K. A., Wallace, P. J. in Cheung, S. S. (2021). Sex differences in the physiological adaptations to heat acclimation: a state-of-the-art review. *European Journal of Applied Physiology*, 121(2), 353–367. <https://doi.org/10.1007/s00421-020-04550-y>
75. Wijayanto, T. (2025). Physiological Responses and Performance in Hot Environments. V Y. Tochihara (ur.), *The Thermal Environment: From Viewpoints of Physiological Anthropology and Environmental Ergonomics* (str. 139–158). Springer Nature. https://doi.org/10.1007/978-981-96-3009-7_6
76. Wingo, J. E., Low, D. A., Keller, D. M., Brothers, R. M., Shibasaki, M. in Crandall, C. G. (2010). Skin blood flow and local temperature independently modify sweat rate during passive heat stress in humans. *Journal of Applied Physiology*, 109(5), 1301–1306. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00646.2010>
77. Yam, Y. L. J. (2024). Body temperature and its regulation. *Anaesthesia & Intensive Care Medicine*, 25(8), 584–588. <https://doi.org/10.1016/j.mpaic.2024.06.014>
78. Yanovich, R., Ketko, I. in Charkoudian, N. (2020). Sex Differences in Human Thermoregulation: Relevance for 2020 and Beyond. *Physiology*, 35(3), 177–184. <https://doi.org/10.1152/physiol.00035.2019>
79. Zora, S., Balci, G. A., Colakoglu, M. in Basaran, T. (2017). Associations between Thermal and Physiological Responses of Human Body during Exercise. *Sports*, 5(4), 97. <https://doi.org/10.3390/sports5040097>

Sara Češarek

Univerza na Primorskem,
Fakulteta za vede o zdravju
Polje 42, 6310 Izola, Slovenija
97240349@student.upr.si