

РЕФЕРЕНТНЫЕ ИНТЕРВАЛЫ ТЕМПЕРАТУРЫ ТЕЛА ЧЕЛОВЕКА

Жаркова Ю.В.¹, Гудинова Ж.В.¹

¹ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Омский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Автор, ответственный за переписку:

Гудинова Жанна Владимировна, д.м.н., профессор, заведующий кафедрой общей гигиены, гигиены детей и подростков ФГБОУ ВО ОмГМУ Минздрава России. 644050, г. Омск, пр. Мира, 9, gigiena@omsk-osma.ru

Резюме

На сегодняшний момент до конца не систематизированы данные по референтным интервалам температуры человека, для анализа как паталогических процессов, так и нормального отклонения. Для рассмотрения данного вопроса обобщена терминология из различных источников. Представлена разница между температурой тела и кожи. В ходе литературного поиска среди отечественных и зарубежных научных публикаций выделены и подробно рассмотрены зависимости температуры кожи и/или тела от пола, возраста, расы, циркадных ритмов, физической активности, телосложения. Сделаны выводы о более широком диапазоне нормальной температуры тела человека с учетом рассмотренных зависимостей. Это говорит о том, что до сих пор диапазоны нормальной температуры тела человека в разных ее точках остаются неопределенными и имеется возможность для дальнейшего исследования и создания единой методики измерения температуры тела.

Ключевые слова: температура тела, температура кожи, термопортрет, средняя температура, диапазоны температуры, референтная температура.

Мониторинг температуры тела является наиболее простым и доступным методом контроля состояния и диагностики инфекционных и воспалительных процессов в организме человека. Однако для дифференциальной диагностики необходимо достаточно точно знать температурные диапазоны тела человека.

Кафедрой общей гигиены, гигиены детей и подростков Омского государственного медицинского университета с 2018 года ведутся исследования в области закаливания человека [4], где в ходе изучения закаленности детей дошкольного возраста выявилась, в частности, проблема отсутствия современных референтных значений температуры тела человека и затруднения подготовки данных для анализа. Поэтому была поставлена задача проведения обзора литературы с поиском ответов на вопросы: «Каков референтный интервал температуры тела человека и какие значения указывают на начало патологического процесса?»

Этот вопрос сейчас имеет не только научную, но и практическую значимость – с началом текущей пандемии коронавирусной инфекции COVID-19 и повсеместного использования термометрии как способов контроля здоровья людей. На сегодняшний момент нет ни одного человека, который бы при измерении температуры тела не волновался даже при небольшом отклонении, превышении температуры тела значения 36,6°C. В рамках профилактических мер по предотвращению распространения новой коронавирусной инфекции (COVID-19) во всех организациях, работающих в обычном режиме, проводится «входной фильтр» с проведением контроля температуры тела. Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека рекомендует не допускать лиц с повышенной температурой тела и/или с признаками респираторного заболевания до рабочих мест [8]. Работодателям необходимо соблюдать полноту этих рекомендаций, учитывая широкий диапазон нормальной температуры тела человека, а также состояние здоровья сотрудника. То есть уже при 37°C могут быть при-

няты меры ограничительного и/или медицинского характера. Но верно ли это с теоретической точки зрения? Есть ли точно установленные диапазоны нормальной температуры тела? Какие факторы влияют на температуру тела? С целью выяснения этих вопросов был проведен анализ литературы.

Терминология. В научной литературе используется множество терминов, не всегда корректных, их необходимо систематизировать. Выделяют два основных типа температур: 1) температура тела и 2) температура кожи. У каждого типа есть свои термины-синонимы, которые часто неверно употребляют, рассмотрим каждые из них. Так, например, «температура тела», «температура ядра», «внутренняя температура», «центральная температура» – они означают температуру внутренних органов человека. В то же время «температура кожи» и «температура оболочки» включают в себя температуру кожи, подкожной жировой клетчатки и поверхностных мышц. Также дополнительно выделяют «локальную температуру» – величина измерений на конкретных точках тела (в подмышечной впадине, на ладонных поверхностях рук и так далее). Используется также термин «средняя температура кожи» – это величина, получаемая при расчете по формуле Вите (1) с учетом удельного веса соответствующей поверхности. Измерения средней температуры кожи проводят в 7 стандартных участках: в области лба, стопы, голени и бедра, груди, плеча, спины и кисти [1].

$$T = 0,07 T_{\text{стопы}} + 0,32 T_{\text{ноги}} + 0,18 T_{\text{груди}} + 0,17 T_{\text{спины}} + 0,14 T_{\text{плеча}} + 0,05 T_{\text{кисти}} + 0,71 T_{\text{лба}} \cdot (1)$$

Следующее понятие – «температурная схема человека» (синоним «термопортрет человека») – это индивидуальное распределение показателей температуры по поверхности кожи и разным органам. У каждого человека она индивидуальна, при нормальных условиях относительно постоянна [14]. Возможные варианты термопортрета человека приведены на рис. 1-2.

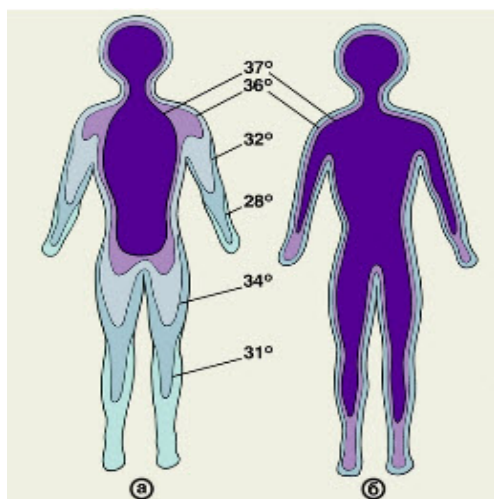


Рисунок 1. Температурная схема тела человека в условиях а) холода и б) тепла



Рис. 2. Температура ядра и оболочки.

При изучении температуры кожи человека на разных участках тела важно понятие «кожно-температурный коэффициент» – это градиент температуры, отражающий разность температуры кожи, измеренной над подвздошной (или подмышечной) артерией и 1-м пальцем стопы или 4-м пальцем кисти. В норме его величина составляет 3,8–4,0°C для верхних конечностей и 4,9–5,02°C для нижних конечностей. В случае патологии, например, при ухудшении кровотока конечности, градиент возрастает [1]. Значения температуры тела человека. Во всех изученных материалах из учебной медицинской литературы по нормальной физиологии авторы сходятся на мнении стабильной температуры тела, которая равна 37,0°C и поддерживается на постоянном уровне [1, 3, 6, 10, 14, 15], изменяясь на $\pm 0,6^\circ\text{C}$ на протяжении суток [6, 15], изменяясь на $\pm 1,0^\circ\text{C}$ [1, 10, 14, 16] в зависимости от циркадного ритма. Отмечено, что разбег $\pm 1,0^\circ\text{C}$ встречался в отечественной литературе (до 2010 года), зарубежные авторы (позже 2010 года) приводят разбег $\pm 0,6^\circ\text{C}$.

Температура в подмышечной впадине равна 36,0–36,9°C [1,5], 36,0–37,0°C [10].

При термометрии в подмышечной впадине, при плотно прижатой руке к грудной клетке, показатели приближены к внутренней температуре тела [16]. Средняя температура кожи в комфортных температурных условиях составляет 33,0–34,0°C [1, 10, 16], 33,0–35,0°C [13]. В ходе литературного поиска среди научных электронных публикаций за последнее десятилетие по тематике можно выделить следующие направления исследований зависимости температуры кожи и/или тела от:

- возраста [2, 7, 11, 18];
- пола [2, 7, 12, 18, 20, 24, 25, 30];
- расы [9, 25];
- циркадных ритмов [12, 17, 23, 28, 29];
- физической активности [24, 30];
- телосложения [2, 19, 20, 22, 31].

В обзорах раннего периода эти зависимости также прослеживаются [21, 26, 27]. Из-за отсутствия единых точек измерения температуры тела и/или кожи усложняется подготовка данных к выборке и анализу значений различных направлений. Все исследования проводились при разной температуре помеще-

ния от 20–30°C разными приборами измерения (с учетом и без учета погрешности).

Возраст и температура тела. Однако в результате анализа можно выявить следующие закономерности, связанные с возрастом человека: температура кожи ребенка несколько выше температуры взрослого человека. С возрастом температура кожи снижается, индивидуальный разброс у детей 8–10 лет составляет 26,0–35,0°C, у взрослых 22–32 года 29,5–33,0°C (измерения проводились на груди и спине) [2].

Многолетние исследования Т.С. Прониной также свидетельствуют о высокой температуре детей, где индивидуальный разброс температуры кожи плеча составляет у детей 8–9 лет 29,1–37,2°C, у взрослых людей 20–23 лет 30,1–36,7°C [11].

В кандидатской диссертации Е.А. Майоровой установлена среднесуточная температура для возраста 18–31 год на уровне третьего межреберья по средней подмышечной линии - 35,91±0,58°C, максимальная суточная - 37,04±0,38°C, наименьшая на уровне голени - 33,44±0,98°C [7].

В исследовании F. Oguz температура тела здоровых детей от 0 до 18 лет в зависимости от возраста не менялась, измерения проводились в подмышечной впадине и барабанной перепонке. Установлены следующие диапазоны температуры тела в подмышечной впадине в возрасте 0–3 лет (35,0–37,3°C), 4–9 лет (35,0–37,6°C), 10–18 лет (35,0–37,6°C). На барабанной перепонке в возрасте 0–3 лет (35,6–37,8°C), 4–9 лет (35,15–37,85°C), 10–18 лет (35,4–37,9°C) [18]. Таким образом, даже температура 37,8 °C в подмышечной впадине ребенка в возрасте до 3 лет не является признаком болезни. Это важно, на наш взгляд, с практической точки зрения: 37 градусов не является поводом обращения за медпомощью, недопуска в детское учреждения или просто причиной для беспокойства.

Пол и температура тела. Закономерность, связанная с полом человека,

наблюдаются в многолетнем исследовании по физиологии Т.С. Прониной: у девочек от 8 до 17 лет средняя температура (мезор) кожи плеча выше, чем у мальчиков данной возрастной группы; у взрослых людей 20–22 лет мезор выше у юношей [12].

В ряде исследований достоверных различий связанных с полом нет, так в одномоментном исследовании Р.С. Андреева при измерении температуры кожи спины и груди у детей 8–10 лет достоверных различий по полу не установлено [2]. В исследовании Е.А. Майоровой для возраста 18–31 лет среднесуточная температура кожи мужчин и женщин достоверно не отличается [7]. В работе F. Oguz статистических различий у мальчиков и девочек тимпанальных и аксиллярных температур нет [18]. Гендерные различия также не установлены в работе P. Shilco, Y. Roitblat [24,30]. У женщин средняя внутренняя температура тела выше, чем у мужчин ($p < 0,0001$) [20,25].

Раса и температура тела. Одномоментное исследование в зависимости от расовой принадлежности и температуры кожи Н.В. Пац проводилось в трех точках (на лбу — на 3–4 см от средней линии, на груди — на уровне четвертого межреберья, на плече — на середине средней линии по наружной поверхности), установлено, что у представителей негроидной расы температура выше, чем у представителей европеоидной расы [9]. Статистическая достоверность в статье не указывается. В когортном исследовании Z. Obermeyer температура тела выше у афроамериканских женщин, чем у представителей мужского пола европеоидной расы ($p < 0,001$) [25].

Биологические часы и температура тела. Достоверно доказано влияние хронотипа человека на показатели температуры тела человека в исследовании А. В. Янцева, в котором приняли участие 200 человек в возрасте 25–46 лет (100 человек с хронотипом «сова», 100 человек с хронотипом «жаворонок»), точка измерения

не уточнена. Утренняя температура «жаворонков» составляет $36,7 \pm 0,11^\circ\text{C}$, у «сов» - $36,4 \pm 0,21^\circ\text{C}$ [17].

C. Harding установил, что в течение дня средняя температура тела имела устойчивый цикл, достигая минимума в 6:00-8:00 и максимума в 18:00-20:00. В разные дни недели этот суточный цикл практически не менялся [29]. Температура тела имеет приблизительно 24-часовой ритм, циркадный ритм температуры кожи обладает индивидуальными, возрастными и половыми особенностями [23, 28, 29]. Возрастная динамика мезора в период полового созревания отражает процесс становления терморегуляции организма и имеет волновой характер. Первый максимум температур наблюдается в возрасте 10–11 лет, второй в 14–15 лет. Амплитуда циркадного ритма температур достоверно больше у мальчиков, чем у девочек и не отличается у взрослых [12].

В проспективном исследовании P. Shilco, Y. Roitblat на здоровых добровольцах 15–18 лет установлена следующая закономерность - температура поверхности кожи может варьировать в пределах $4,5 \pm 1,1^\circ\text{C}$ при нормальной комнатной температуре только из-за перераспределения крови в организме, связанного с изменением положения тела. Измерения проводились на кончиках средних пальцев рук и кончиках первых пальцев ног [24, 30].

Избыток массы и температура тела. Многие исследования подтверждают гипотезу о влиянии избыточной массы тела на изменения температуры кожи и отсутствии влияния на внутреннюю температуру. Так, в исследовании M. Chudecka установлено, что температура тела не различалась у обследуемых женщин с ожирением и нормальной массой тела, в то же время температура кожи большинства поверхностей тела была ниже у субъектов с ожирением [19]. Аналогичные результаты получены в работе E.V. Neves, где температура кожи ниже у обеих полов группы с высоким содержанием жира в организме в области туловища,

верхних и нижних конечностях [22]. Клинические испытания M. J. Heikens и M.E. Hoffmann подтверждают, что ожирение не влияет на изменение внутренней температуры тела человека [20, 31].

В результате проведенного обзора литературы установлено, что нормальная температура тела имеет более широкий диапазон, чем $36,0-37,0^\circ\text{C}$, о которых сообщается в медицинской литературе. Можно сделать вывод, что температура тела и/или кожи не является постоянной величиной и варьируется в течение суток в зависимости от циркадного ритма и хронотипа человека, который имеет свои индивидуальные черты.

Обобщив выводы исследователей, можно с уверенностью сказать, что температура тела и/или кожи детей выше, чем у взрослых – примерные референтные интервалы здорового человека до 18 лет: в подмышечной впадине ($35,0-37,6^\circ\text{C}$), температура плеча ($29,1-37,2^\circ\text{C}$), температура груди и спины ($26,0-35,0^\circ\text{C}$). Люди старше 18 лет: в подмышечной впадине ($35,4-37,4^\circ\text{C}$), температура плеча ($30,1-36,7^\circ\text{C}$), температура груди и спины ($29,5-33,0^\circ\text{C}$).

Индивидуальность термопортрета также определяется и расой: у представителей негроидной расы температура тела выше, чем у европеоидной. Температура кожи не зависит от пола - это подтверждает большинство исследований. Вероятно, полученная зависимость в некоторых исследованиях может быть связана с другими факторами - избыточная масса тела, которая свидетельствует о снижении показателей температуры кожи, в то же время внутренняя температура остается не изменой.

В контексте текущих мероприятий по ограничению распространения новой коронавирусной инфекции из проведенного нами исследования становится ясным, что для человека без видимых симптомов инфекционного заболевания температура тела выше $37,0^\circ\text{C}$ может вполне быть физиологической нормой. На результаты измерений температуры

тела влияют многие внешние и внутренние факторы - погрешности прибора, температура помещения, избыточная масса тела, специфика циркадного ритма и даже возраст человека.

На основании вышеизложенного можно, на наш взгляд, утверждать, что исследо-

вания температуры тела человека с разработкой единой методики измерения и референтных интервалов показателя для разных когорт населения являются актуальными с точки зрения и научной новизны, и практической значимости.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агаджанян Н.Л., Тель Л.З., Чеснокова С.А. Физиология человека. М.: НГМА; 2003. с. 528.
2. Андреев Р.С., Каленов Ю.Н., Якушкин А.В. Возможности инфракрасной термографии по выявлению морфофункциональных характеристик человека (детей и взрослых). Вестник Московского университета. Сер. 23, Антропология 2016; 3: 49-58.
3. Брин В.Б. Физиология человека в схемах и таблицах: Учебное пособие, 4-е изд. СПб.: Лань; 2017. с.608.
4. Гудинова Ж.В., Каюмова К.Р. Влияние погодно-климатических и других факторов на оценки закаленности студентов. Научный форум. Сибирь 2019; 1: 69-75.
5. Завьялова А.В., Смирнова В.М. Нормальная физиология: Учебник. М.: МЕДпресс-информ; 2009. с. 816.
6. Зильбернагель С., Деспопулос А. Наглядная физиология. М.: БИНОМ; 2013. с. 408.
7. Майорова Е.А. Особенности суточных и годовых ритмов температуры различных участков кожного покрова тела здорового человека: автореф. дис. канд. биол. наук: спец. 03.03.01, Ульянов. гос. ун-т. Ульяновск; 2015. с. 22.
8. Методические рекомендации по организации работы предприятий общественного питания в условиях сохранения рисков распространения COVID-19: МР 3.1/2.3.6.0190-20. М.; 2020. с. 5.
9. Пац Н.В., Костяхина Г.А., Костяхин Е.А. Сравнительная характеристика кожной температуры в зависимости от расовой принадлежности. Современные проблемы гигиены, радиационной и экологической медицины 2014; 4: 193-198.
10. Покровский В.М., Коротько Г.Ф. Физиология человека: Учебник, 2-е изд., перераб. и доп. М.: Медицина; 2003. с. 656.
11. Пронина Т.С., Рыбаков В.П. Особенности циркадианного ритма температуры кожи у детей 8-9 лет и молодых людей. Физиология человека 2011; 4: 98-104.
12. Пронина Т.С., Орлова Н.И., Рыбаков В.П. Циркадианный ритм температуры кожи у детей в период полового созревания. Физиология человека 2015; 2: 74-84.
13. Кардашенко В.Н. и соавт. Руководство к лабораторным занятиям по гигиене детей и подростков. М.: Медицина; 1983. с. 79-85.
14. Судаков К.В. и соавт. Физиология человека. Атлас динамических схем: учебное пособие, 2-е изд., испр. и доп. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2015. с. 416.
15. Холл Дж. Э. Медицинская физиология по Гайтону и Холлу. Пер. с англ.; под ред. Кобрин В.И., Галагудзы М.М., Умрюхина А.Е., 2-е изд., испр. и доп. Москва: Логосфера; 2018. с. 1328.
16. Шмидт Р. Физиология человека: В 3-х томах Т. 3. М.: Мир; 2005. с. 228.
17. Янцев А.В., Кириллова А.В., Чехун В.Ф. Физиолого-биохимические особенности людей различного хронотипа. Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского Биология. Химия 2017; 1: 73-82.
18. Oguz F. et al. Axillary and Tympanic Temperature Measurement in Children and Normal Values for Ages. *Pediatr Emerg Care* 2018; 34: 169-173.
19. Chudecka M., Lubkowska M., Kempínska-Podhorodecka A. Body surface temperature distribution in relation to body composition in obese women. *J. Therm. Biol.* 2014;43: 1-6.
20. Heikens M.J. Core body temperature in obesity. *Am. J. Clin. Nutr.* 2011; 93 (5).
21. Dakappa P.H., Mahabala C. Analysis of Long-Term Temperature Variations in the Human Body. *Crit. Rev. Biomed. Eng.* 2015; 43: 5-6.
22. Neves E.B. et al. Effect of body fat and gender on body temperature distribution. *J. Therm. Biol.* 2017; 70: 1-8.
23. Honma K. Circadian rhythms in body temperature and sleep. *Nihon Rinsho* 2013; 71 (12).
24. Shilco P. et al. Normative surface skin temperature changes due to blood redistribution: A prospective study. *J. Therm. Biol.* 2019; 80: 82-88.
25. Obermeyer Z., Samra J.K., Mullainathan S. Individual differences in normal body temperature: longitudinal big data analysis of patient records. *B.M.J.* 2017; 13.
26. Székely M., Garai J. Thermoregulation and age. *Handb Clin Neurol.* 2018; 156: 377-395.
27. Sund-Levander M., Forsberg C., Wahren L.K. Normal oral, rectal, tympanic and axillary body tem-

perature in adult men and women: a systematic literature review. *Scand. J. Caring. Sci.* 2002; 16(2): 122-128.

28. Gubin D.G. et al. The circadian body temperature rhythm in the elderly: effect of single daily melatonin dosing. *Chronobiol. Int.* 2006; 23 (3).

29. Harding C. et al. The daily, weekly, and seasonal cycles of body temperature analyzed at large scale. *Chronobiol. Int.* 2019; 36 (12): 1646-1657.

30. Roitblat Y. et al. The range of normative surface skin temperature changes in adolescents: prospective multicenter study. *Int. J. Adolesc. Med. Health.* 2019; 9.

31. Hoffmann M.E. et al. 24-h core temperature in obese and lean men and women. *Obesity (Silver Spring)* 2012; 20 (8).