

МОРФОЛОГИЯ, ФИЗИОЛОГИЯ И ПАТОФИЗИОЛОГИЯ MORPHOLOGY, PHYSIOLOGY AND PATHOPHYSIOLOGY

DOI: 10.29413/ABS.2020-5.2.2

Определение уровня меланина в коже детей методом мексаметрии

Шамрикова В.А.¹, Сорокина Е.Д.¹, Дубровская Э.В.³, Крахалева Ю.А.¹, Курнявкина Е.А.²,
Криницына Ю.М.^{1,4}, Якубович А.И.⁵, Сергеева И.Г.¹

¹ ФГАОУ ВО «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет» (630090, г. Новосибирск, ул. Пирогова, 2, Россия); ² АО Санаторий «Краснозерский» (632901, Новосибирская область, Краснозерский район, п. Кайгородский, ул. Санаторий, 1, Россия); ³ МАOU г. Новосибирска «Лицей № 9» (630132, г. Новосибирск, ул. 1905 года, 41, Россия); ⁴ ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр фундаментальной и трансляционной медицины» (630117, г. Новосибирск, ул. Тимакова, 2, Россия); ⁵ ФГБОУ ВО «Иркутский государственный медицинский университет» Минздрава России (664003, г. Иркутск, ул. Красного Восстания, 1, Россия)

Автор, ответственный за переписку: Сорокина Елена Дмитриевна, e-mail: afonnikovadoc@gmail.com

Резюме

Обоснование. Высокая предрасположенность к получению солнечных ожогов в детском возрасте, и связанный с этим повышенный риск развития злокачественных новообразований кожи уменьшаются с возрастом. Существует вероятность взаимосвязи описанной тенденции и динамического изменения функционального состояния меланоцитов и меланина с увеличением возраста.

Цель: оценить уровень содержания меланина в коже у детей разных возрастных групп.

Материалы и методы. В исследовании участвовали 78 детей в возрасте от 7 до 17 лет. Методом случайной выборки были сформированы три группы наблюдений: группа 1 – 28 детей в возрасте от 7 до 9 лет, группа 2 – 25 детей в возрасте от 10 до 12 лет, группа 3 – 25 детей в возрасте от 16 до 17 лет. Критерием включения являлось отсутствие кожных заболеваний, ассоциированных с нарушением пигментации кожи. Уровень меланина в коже измеряли методом мексаметрии в области лица, туловища и конечностей.

Результаты. Наибольший уровень меланина был зарегистрирован в области предплечий и голени во всех возрастных группах (до $28,3 \pm 10,8$, $23,3 \pm 8,6$ и $26,7 \pm 10,6$ у.е. в группах 1, 2 и 3 соответственно), наименьший – в области щёк и груди (до $8,0 \pm 4,7$, $4,4 \pm 3,4$ и $9,5 \pm 4,1$ у.е. в группах 1, 2 и 3 соответственно). Установлена зависимость между уровнем меланина в коже и анатомической областью, зависимости уровня меланина от пола и возраста не наблюдали.

Заключение. Уровень меланина в коже у детей в возрасте от 7 до 17 лет индивидуален у каждого ребёнка и зависит от локализации участка кожи, но не зависит от пола и возраста. При этом характер распределения меланина в коже стабилен и не изменяется с течением времени.

Ключевые слова: детский возраст, меланин, здоровая кожа

Для цитирования: Шамрикова В.А., Сорокина Е.Д., Дубровская Э.В., Крахалева Ю.А., Курнявкина Е.А., Криницына Ю.М., Якубович А.И., Сергеева И.Г. Определение уровня меланина в коже детей методом мексаметрии. *Acta biomedica scientifica*. 2020; 5(2): 12-16. doi: 10.29413/ABS.2020-5.2.2

Mexametric Assessment of Melanin Level in Children's Skin

Shamrikova V.A.¹, Sorokina E.D.¹, Dubrovskaya E.V.³, Krakhaleva Y.A.¹, Kurniavkina E.A.², Krinitsyna Y.M.^{1,4},
Yakubovich A.I.⁵, Sergeeva I.G.¹

¹ Novosibirsk State University (Pirogova str. 2, Novosibirsk 630090, Russian Federation); ² Sanatorium Krasnozersky (Sanatorium str. 1, Kaigorodsky village, Krasnozersky district 632901, Novosibirsk Region, Russian Federation); ³ Lyceum N 9 (1905 year str. 41, Novosibirsk 632901, Russian Federation); ⁴ Federal Research Center of Fundamental and Translational Medicine (Timakova str. 2, Novosibirsk 630117, Novosibirsk Region, Russian Federation); ⁵ Irkutsk State Medical University (Krasnogo Vosstania str. 1, Irkutsk 664003, Russian Federation)

Corresponding author: Elena D. Sorokina, e-mail: afonnikovadoc@gmail.com

Abstract

Background. High predisposition to sunburn in childhood and associated increased risk of malignant skin tumors development, decrease with age. There is a likelihood of a relationship between the described trends and dynamic age related changes in functional state of melanocytes and melanin.

Aim: to evaluate the level of melanin in the skin in children of different age.

Materials and methods. The study involved 78 children aged from 7 to 17 years, without any disorders of skin pigmentation. Three groups of observations were formed: Group 1 – 28 children from 7 to 9 years, Group 2 – 25 children from 10 to 12 years, Group 3 – 25 children from 16 to 17 years. The melanin level was evaluated in the skin of face, body and extremities using mexametry.

Results. The highest level of skin melanin was observed in forearms and lower legs in all age groups (up to 28.3 ± 10.8 , 23.3 ± 8.6 and 26.7 ± 10.6 c.u. in Group 1, 2 and 3 respectively), the lowest – in cheeks and chest (up to 8.0 ± 4.7 , 4.4 ± 3.4 and 9.5 ± 4.1 c.u. in Group 1, 2 and 3 respectively). There were relationships between skin site and level of melanin, but no relationships between level of melanin and gender or age.

Findings. The level of melanin in the skin in children aged from 7 to 17 years is individual and depends on the location of the skin area, but does not depend on gender or age. The distribution of melanin in the skin is stable and does not change over time.

Key words: childhood, melanin, healthy skin

For citation: Shamrikova V.A., Sorokina E.D., Dubrovskaya E.V., Krakhaleva Y.A., Kurniavkina E.A., Krinitsyna Y.M., Yakubovich A.I., Sergeeva I.G. Mexametric Assessment of Melanin Level in Children's Skin. *Acta biomedica scientifica*. 2020; 5(2): 12-16. doi: 10.29413/ABS.2020-5.2.2

АКТУАЛЬНОСТЬ

Меланин – основной хромофор в коже человека, который отвечает за пигментацию и является одним из основных факторов защиты кожи от повреждающего воздействия ультрафиолетового (УФ) излучения. Было отмечено, что степень меланизации, включая конституциональную пигментацию, является генетически детерминированным параметром, также как и факультативная пигментация (способность загорать в ответ на УФ-воздействие). Особенности меланизации, в свою очередь, могут быть связаны с предрасположенностью к развитию рака кожи. Эпидемиологические и экспериментальные данные показали, что заболеваемость, смертность и распространенность меланомы и немеланоцитарного рака кожи чаще встречаются в популяции людей со светлой кожей, со сниженной способностью загорать и повышенной предрасположенностью к развитию солнечных ожогов. В противоположность этому, среди рас с высоким уровнем пигментации кожи частота развития рака кожи, ассоциированного с УФ-излучением, намного ниже, чем среди рас с меньшим уровнем пигментации [1].

Солнечная радиация оказывает более выраженное биологическое воздействие на кожу детей по сравнению со взрослыми. Детская кожа, особенно в возрасте до 3 лет, имеет более низкую концентрацию защитного меланина и более тонкий роговой слой. Это позволяет ультрафиолетовому излучению проникать в более глубокие слои кожи и вызывать их фотоповреждение. Поскольку эпидермис очень маленьких детей тонкий, ультрафиолетовое излучение может легко достичь кожных сосочков и кожных капилляров, что может способствовать фотоиммуносупрессии.

Интенсивное воздействие УФ-излучения в детском возрасте ассоциировано с высоким риском развития рака кожи в будущем [2]. Метаанализ 51 исследования показал, что получение солнечных ожогов в детстве почти в два раза повышает риск развития меланомы во взрослом возрасте [3]. Проведены работы, доказывающие, что переезд в течение первых 10 лет жизни в регионы с высоким ультрафиолетовым индексом приводит к повышенному риску развития меланомы и немеланоцитарного рака кожи до показателей, сходных с таковыми у жителей, родившихся в этих же регионах; и наоборот, переезд в более позднем периоде жизни связан с более низким риском развития рака кожи по сравнению с коренными жителями этих регионов [4]. Было подсчитано, что регулярное использование солнцезащитного крема с SPF 15 в течение первых

18 лет жизни уменьшает риск возникновения базальных и плоскоклеточных карцином кожи на 78 % [5].

Таким образом, высокая предрасположенность к получению солнечных ожогов в детском возрасте и связанный этим повышенный риск развития злокачественных новообразований кожи в будущем уменьшаются с возрастом. Поскольку меланин является одним из ключевых компонентов защиты кожи от УФ-излучения, существует вероятность взаимосвязи описанной тенденции и динамического изменения функционального состояния меланоцитов и меланина с увеличением возраста, однако исследований в этой области проведено недостаточно. Поэтому **целью нашего исследования** было изучение уровня содержания меланина в коже у детей разных возрастных групп.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В осенний период (октябрь-ноябрь) среди школьников г. Новосибирска методом случайной выборки были сформированы три группы наблюдений. Всего в исследовании приняли участие 78 детей европеоидной расы в возрасте от 7 до 17 лет. В группу 1 вошли учащиеся 1–2-го класса в возрасте от 7 до 9 лет, из них 13 мальчиков и 15 девочек ($n = 28$). Средний возраст детей группы 1 составил $7,9 \pm 0,7$ года. Во группу 2 вошли учащиеся 5-го класса в возрасте от 10 до 12 лет ($n = 25$), средний возраст детей – $10,9 \pm 0,4$ года, мальчиков было 11, девочек – 14. В группу 3 вошли школьники 10-го класса в возрасте от 16 до 17 лет ($n = 25$), средний возраст – $16,1 \pm 0,3$ года, мальчиков – 9, девочек – 16. Критерием включения являлось отсутствие кожных заболеваний с нарушением пигментации кожи. На участие детей в исследовании было получено письменное информированное согласие родителей.

Уровень меланина измеряли методом мексаметрии на приборе «Soft plus» («Callegari S.p.A», Италия) в 12 локализациях: лоб, подбородок, левая щека, правая щека, грудь, спина, левое предплечье, правое предплечье, левая кисть, правая кисть, левая голень, правая голень. Принцип мексаметрии основан на способности кожи поглощать свет. Диапазон значений аппарата составляет от 0 до 100 условных единиц (у.е.), ошибка метода не превышает 0,1 %.

Статистическую обработку результатов проводили с использованием MANOVA в программе Rstudio. Результаты представлены в виде выборочного среднего (M) и стандартной ошибки (m).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Наибольший уровень содержания меланина был зарегистрирован в области предплечий и голеней во всех возрастных группах (рис. 1). Уровень меланина в коже левого предплечья составил $27,6 \pm 8,2$ у.е., $18,8 \pm 8,4$ у.е. и $22,1 \pm 10,2$ у.е.; в коже правого предплечья – $27,5 \pm 9,6$ у.е., $19,0 \pm 8,0$ у.е. и $22,7 \pm 9,9$ у.е.; левой голени – $28,3 \pm 10,8$ у.е.; $23,3 \pm 8,6$ у.е. и $26,7 \pm 10,6$ у.е.; правой голени – $28,0 \pm 9,4$ у.е., $21,5 \pm 8,6$ у.е. и $26,4 \pm 11,3$ у.е. в группах 1, 2 и 3 соответственно.

В области щёк и груди обнаружен наименьший уровень содержания меланина. Уровень меланина в коже левой щеки составил $8,0 \pm 4,7$ у.е., $4,4 \pm 3,4$ у.е. и $9,5 \pm 4,1$ у.е.; в коже правой щеки – $9,5 \pm 5,2$ у.е., $4,4 \pm 3,3$ у.е. и $10,0 \pm 4,0$ у.е.; груди – $9,0 \pm 7,9$ у.е., $4,6 \pm 3,8$ у.е. и $4,6 \pm 3,8$ у.е. в группах 1, 2 и 3 соответственно.

Значения уровня меланина в области лба составили $11,1 \pm 6,1$ у.е., $9,1 \pm 4,4$ у.е. и $14 \pm 5,5$ у.е.; в области подбородка – $10,3 \pm 8,8$ у.е., $9,1 \pm 4,4$ у.е. и $18,5 \pm 22,1$ у.е.; правой кисти – $17,3 \pm 10,0$ у.е., $8,5 \pm 5,5$ у.е. и $12,9 \pm 5,7$ у.е.; левой кисти – $15,9 \pm 7,9$ у.е., $8,4 \pm 5,1$ у.е. и $12,9 \pm 5,3$ у.е.; спины – $13,1 \pm 9,4$ у.е., $8,5 \pm 7,4$ у.е. и $9,5 \pm 8,6$ у.е. в группах 1, 2 и 3 соответственно. Установлена зависимость между анатомической областью и уровнем меланина в коже ($F = 2,0$, $p < 0,001$). Пол и возраст ребёнка не оказывали влияние на содержание меланина в коже ($F = 0,9$, $p > 0,05$).

ОБСУЖДЕНИЕ

Полученные нами результаты позволяют утверждать, что значения уровня меланина у каждого ребёнка индивидуальны и не зависят от возраста и пола. Наиболее высокие показатели уровня меланина в коже были в области предплечий и голеней, и наиболее низкие – в области щёк и груди среди детей всех возрастных групп, что говорит о том, что с возрастом характер распределения меланина в коже не изменяется.

Меланин является пигментом, который продуцируется меланоцитами – крупными отростчатыми клетками, являющимися производными нервного гребня. Наиболее широко меланоциты представлены в коже, а именно в эпидермисе и волосяных фолликулах, и, в меньшей сте-

пени, в дерме. Помимо кожи меланоциты представлены в мягкой мозговой оболочке, в слизистой оболочке носа, полости рта, среднего уха, прямой кишки, шейки матки и влагалища [6; 7].

Меланогенез представляет собой адаптационный механизм организма к воздействию ультрафиолетового излучения [8]. Синтез меланина происходит в меланосомах и происходит параллельно с их созреванием. Зрелые меланосомы располагаются в отростках меланоцитов, по которым они в дальнейшем транспортируются к кератиноцитам. В кератиноцитах пигмент функционирует подобно фильтру с нейтральной оптической плотностью и поглощает ультрафиолетовое излучение. Меланоциты синтезируют два типа меланина: феомеланин и эумеланин. Эумеланин прежде всего оказывает солнцезащитное действие, снижая проникновение солнечного излучения сквозь эпидермис, а также обладает способностью к нейтрализации свободных радикалов, в то время как феомеланин неустойчив к солнечному излучению и является фототоксичным [9]. Соотношение содержания в коже двух типов меланина определяют её окраску и формируют различные этнические особенности. Наибольшее содержание феомеланина в коже зарегистрировано в коже европейцев, китайцев и мексиканцев [10].

Whiteman et al. установили, что количество меланоцитов существенно варьирует в зависимости от локализации. Так, у взрослых наибольшее количество меланоцитов на 1 мм^2 было обнаружено в коже спины и плеч ($17,1 \pm 8,8$ клеток/ мм^2), верхних ($12,6 \pm 8,8$ клеток/ мм^2) и нижних конечностей ($14,4 \pm 5,9$ клеток/ мм^2), а наименьшее количество меланоцитов – в коже передней части туловища ($3,2 \pm 2,4$ клеток/ мм^2) [11]. Аналогичная тенденция распределения содержания меланина была отмечена в нашем исследовании: наибольшее содержание пигмента было зарегистрировано в коже верхних и нижних конечностей, а наименьшее – в коже щёк и груди. Кроме того, плотность распределения меланоцитов также отличается на разных участках тела [12]. Swope et al. показали, что имплантация различного количества человеческих меланоцитов бестимусным мышам влияет на цвет кожи, и у мышей с самой высокой плотностью

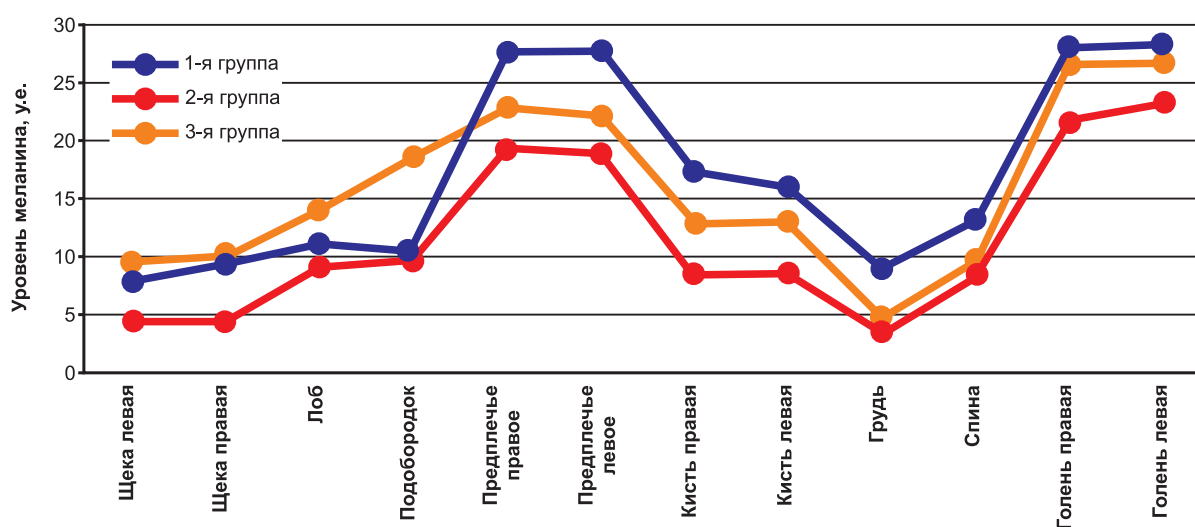


Рис. 1. Содержание меланина в коже различных областей тела у детей разных возрастных групп.

Fig. 1. Melanin content in the skin of various areas of the body in children of different age groups.

меланоцитов цвет кожи был значительно темнее, чем у мышей в других группах [13]. Таким образом, различие содержания меланина в коже разных локализаций, вероятно, можно объяснить различным количеством и плотностью распределения меланоцитов.

Однако R.J. Walsh провёл исследование, результаты которого противоречат данным, полученным в ходе нашей работы. В этом исследовании участвовали жители Новой Гвинеи различных возрастных групп. Аборигены подвергались интенсивному УФ-излучению в течении жизни в силу территориальных особенностей Новой Гвинеи и имели высокий уровень пигментации во взрослом возрасте, но при этом имели светлую кожу при рождении. Уровень меланина в коже измерялся методом спектрофотометрии. По данным автора, у детей при рождении уровень меланина в области лба был выше, чем в области предплечий и подмышечной впадины. Как и в нашем исследовании, такой характер распределения меланина сохранялся в течение всей жизни. Кожа новорождённых детей содержала меньшее количество меланина в исследуемых областях по сравнению со взрослыми, однако к пятимесячному возрасту уровень меланина достигал показателей взрослого молодого человека. При этом в областях, подверженных воздействию УФ-излучения, уровень пигментации с возрастом увеличивался, а в области подмышечной впадины он оставался стабильным [14]. В то же время, согласно исследованиям, проведённым *in vitro*, меланоциты взрослого человека обладают меньшей пролиферативной активностью по сравнению с меланоцитами плода и новорождённого [15]. Вероятно, количество меланина в большей степени зависит от содержания меланоцитов в коже, чем от длительности воздействия УФ-излучения, роль которого в процессе меланогенеза неоспорима. Однако это не единственные факторы, которые оказывают влияние на синтез меланина.

Например, медиаторы, выделяемые соседними кератиноцитами и фибробластами, такие как основной фактор роста фибробластов, фактор стволовых клеток, эндотелин-1, простагландины и лейкотриены, способны воздействовать на плотность, дифференцировку меланоцитов и на их меланинпродуцирующую способность. Кроме того, три агониста – альфа-меланоцитстимулирующий гормон, адренокортикотропный гормон и проопиомеланокортин могут активировать рецептор меланокортина 1 (MC1R), который регулирует количество и качество продукции меланина. Кроме того, уровень продукции меланина зависит от размера меланосом и от активности тирозиназы в меланоцитах. Нативная меланинпродуцирующая способность меланоцитов зависит также и от генетических факторов. Так, ген SLC24A5 кодирует белок NCKX5 – калий-зависимого натриево-кальциевого насоса, который обладает пониженной обменной активностью, обуславливающей более низкую интенсивность меланогенеза. Предполагается, что регуляторные гены меланогенеза различаются между расами и даже между отдельными людьми и обуславливают различную интенсивность продуцирования меланина [12].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в ходе нашего исследования было показано, что уровень меланина в коже у детей 7–17 лет зависит от локализации участка кожи, но не от пола и возраста. При этом характер распределения меланина

стабилен и не изменяется с течением времени. Однако большое количество экзогенных и эндогенных факторов, оказывающих влияние на меланогенез, и многообразие их сочетаний и взаимодействия обуславливают индивидуальность уровней содержания меланина на различных участках тела между отдельными людьми.

Метод мексаметрии по эффективности и функциональности соотносим с другими методами измерения уровня меланина в коже, но при этом отличается простотой и удобством в применении. Таким образом, мексаметрия может активно использоваться в дерматологии с целью оценки уровня пигментации кожи.

Финансирование

Исследование выполнено при финансовой поддержке ФГАОУ ВО «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет».

Конфликт интересов

Авторы данной статьи сообщают об отсутствии конфликта интересов.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Lu H, Edwards C, Gaskell S, Pearse A, Marks R. Melanin content and distribution in the surface corneocyte with skin phototypes. *Br J Dermatol*. 1996; 135(2): 263-267. doi: 10.1111/j.1365-2133.1996.tb01157.x
2. Wu S, Han J, Laden F, Qureshi AA. Long-term ultraviolet flux, other potential risk factors, and skin cancer risk: a cohort study. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev*. 2014; 23(6): 1080-1089. doi: 10.1158/1055-9965.EPI-13-0821
3. Dennis LK, Vanbeek MJ, Freeman LEB, Smith BJ, Dawson DV, Coughlin JA. Sunburns and risk of cutaneous melanoma: does age matter? A comprehensive meta-analysis. *Ann Epidemiol*. 2008; 18(8): 614-627. doi: 10.1016/j.annepidem.2008.04.006
4. Cestari T, Buster K. Photoprotection in specific populations: Children and people of color. *J Am Acad Dermatol*. 2017; 76(3 S1): S110-S121. doi: 10.1016/j.jaad.2016.09.039
5. Stern RS, Weinstein MC, Baker SG. Risk reduction for nonmelanoma skin cancer with childhood sunscreen use. *Arch Dermatol*. 1986; 122(5): 537-545. doi: 10.1001/archderm.1986.01660170067022
6. Boissy RE, Hornyak TJ. Extracutaneous melanocytes. In: Nordlund JJ, Boissy RE, Hearing VJ, King RA, Ortone JP (eds.). *The pigmentary system: physiology and pathophysiology*. 2nd ed. New York: Oxford University Press; 2006.
7. Westerhof W. The discovery of the human melanocyte. *Pigment Cell Res*. 2006; 19(3): 183-193. doi: 10.1111/j.1600-0749.2006.00313.x
8. Bolognia JL, Orlow SJ. Melanocyte Biology. In: Bolognia JL, Jorizzo JL, Rapini RP. (eds). *Dermatology*. 2nd ed. London: Elsevier Mosby; 2009.
9. Wenczl E, Van der Schans GP, Roza L, Kolb RM, Timmerman AJ, Smit NP, et al. (Pheo)melanin photosensitizes UVA-induced DNA damage in cultured human melanocytes. *J Invest Dermatol*. 1998; 111(4): 678-682. doi: 10.1046/j.1523-1747.1998.00357.x
10. Visscher MO. Skin color and pigmentation in ethnic skin. *Facial Plast Surg Clin North Am*. 2017; 25(1): 119-125. doi: 10.1016/j.fsc.2016.08.011
11. Whiteman DC, Parsons PG, Green AC. Determinants of melanocyte density in adult human skin. *Arch Dermatol Res*. 1999; 291(9): 511-516. doi: 10.1007/s004030050446
12. Huang WS, Wang YW, Hung KC, Hsieh PS, Fu KY, Dai LG, et al. High correlation between skin color based on CIELAB color space, epidermal melanocyte ratio, and melanocyte melanin content. *PeerJ*. 2018; 6: e4815. doi: 10.7717/peerj.4815
13. Swope VB, Supp AP, Boyce ST. Regulation of cutaneous pigmentation by titration of human melanocytes in cultured skin substitutes grafted to athymic mice. *Wound Repair Regen*. 2002; 10(6): 378-386. doi: 10.1046/j.1524-475X.2002.10607.x

14. Walsh RJ. Variation in the melanin content of the skin of New Guinea natives at different ages. *J Invest Dermatol.* 1964; 42(3): 261-265. doi: 10.1038/jid.1964.59

15. Bennett DC, Medrano EE. Molecular regulation of melanocyte senescence. *Pigment Cell Res.* 2002; 15(4): 242-250. doi: 10.1034/j.1600-0749.2002.02036.x

Сведения об авторах

Шамрикова Валентина Андреевна – студентка, ФГАОУ ВО «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет», e-mail: val_shh@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0464-3700>

Сорокина Елена Дмитриевна – клинический ординатор, ФГАОУ ВО «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет», e-mail: afonnikovadoc@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-7965-9881>

Дубровская Элина Витальевна – ученица, МАОУ «Лицей № 9», e-mail: elina_du@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0590-7501>

Крахалева Юлия Андреевна – клинический ординатор, ФГАОУ ВО «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет», e-mail: goodjulia1993@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6409-4956>

Микаилова Дарья Амировна – клинический ординатор, ФГАОУ ВО «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет», e-mail: mika20-04@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5630-0801>

Курнявкина Елена Алексеевна – кандидат медицинских наук, главный врач, АО Санаторий «Краснозерский», e-mail: san_kurnavka@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7458-7439>

Криницына Юлия Михайловна – доктор медицинских наук, профессор кафедры фундаментальной медицины института медицины и психологии имени В.Л. Зельмана, ФГАОУ ВО «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет»; старший научный сотрудник, ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр фундаментальной и трансляционной медицины», e-mail: julia407@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9383-0745>

Якубович Андрей Игоревич – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой дерматовенерологии и косметологии, ФГБОУ ВО «Иркутский государственный медицинский университет» Минздрава России, e-mail: divanand@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0171-9215>

Сергеева Ирина Геннадьевна – доктор медицинских наук, профессор кафедры фундаментальной медицины института медицины и психологии имени В.Л. Зельмана, директор Центра постдипломного медицинского образования, ФГАОУ ВО «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет», e-mail: i_g_sergeeva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1748-8957>

Information about the authors

Valentina A. Shamrikova – Student, Novosibirsk State University, e-mail: val_shh@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0464-3700>

Elena D. Sorokina – Clinical Resident, Novosibirsk State University, e-mail: afonnikovadoc@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-7965-9881>

Elina V. Dubrovskaya – Student, Municipal Autonomous Educational Institution "Lyceum N 9", e-mail: elina_du@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0590-7501>

Yulia A. Krakhaleva – Clinical Resident, Novosibirsk State University, e-mail: goodjulia1993@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6409-4956>

Daria A. Mikailova – Clinical Resident, Novosibirsk State University, e-mail: mika20-04@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5630-0801>

Elena A. Kurniavkina – Cand. Sc. (Med), Head Physician, Sanatorium "Krasnozersky", e-mail: san_kurnavka@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7458-7439>

Yulia M. Krinitsyna – Dr. Sc. (Med), Professor of the Department of Fundamental Medicine at the Zelman Institute of Medicine and Psychology, Novosibirsk State University; Senior Research Officer, Federal Research Center of Fundamental and Translational Medicine, e-mail: julia407@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9383-0745>

Andrey I. Yakubovich – Dr. Sc. (Med), Professor, Head of the Department of Dermatology and Cosmetology, Irkutsk State Medical University, e-mail: divanand@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0171-9215>

Irina G. Sergeeva – Dr. Sc. (Med), Professor of the Department of Fundamental Medicine at the Zelman Institute of Medicine and Psychology, Director of the Center for Postgraduate Medical Education, Novosibirsk National Research State University, e-mail: i_g_sergeeva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1748-8957>

Вклад авторов

Шамрикова В.А. – написание статьи, проведение практической части исследования на базе МАОУ г. Новосибирска «Лицей № 9».

Сорокина Е.Д. – проведение практической части исследования на базе АО Санаторий «Краснозерский», написание статьи.

Дубровская Э.В. – проведение практической части исследования на базе МАОУ г. Новосибирска «Лицей № 9», статистическая обработка данных.

Крахалева Ю.А. – проведение практической части исследования на базе АО Санаторий «Краснозерский», статистическая обработка данных.

Курнявкина Е.А. – проведение практической части исследования на базе АО Санаторий «Краснозерский», статистическая обработка данных.

Криницына Ю.М. – написание статьи, статистическая обработка данных.

Якубович А.И. – концепция исследования, написание статьи, оформление статьи для журнала.

Сергеева И.Г. – концепция исследования, набор групп для исследования, организация процесса исследования, написание статьи, научный руководитель исследования.

Статья получена: 25.09.2019. Статья принята: 10.02.2020. Статья опубликована: 26.04.2020.

Received: 25.09.2019. Accepted: 10.02.2020. Published: 26.04.2020.