

© Team of authors, 2025 / © Коллектив авторов, 2025

3.3.3. Pathological physiology, 3.1.16. Plastic surgery, 3.1.2. Maxillofacial surgery /

3.3.3. Патологическая физиология, 3.1.16. Пластическая хирургия, 3.1.2. Челюстно-лицевая хирургия

Pathophysiology of age-related facial changes

A.L. Istranov, A.A. Shabalin, A.A. Chopikyan, G.M. Al-Terk, I.V. Reshetov

Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russia

Contacts: Andrey Leonidovich Istranov – e-mail: plasticsurgeon@yandex.ru

Патофизиология возрастных изменения лица

А.Л. Истранов, А.А. Шабалин, А.А. Чопикян, Г.М. Аль-Терк, И.В. Решетов

ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России, Москва, Россия

Контакты: Истранов Андрей Леонидович – e-mail: plasticsurgeon@yandex.ru

与年龄相关的面部变化的病理生理学

A.L. Istranov, A.A. Shabalin, A.A. Chopikyan, G.M. Al-Terk, I.V. Reshetov

俄罗斯联邦卫生部直属FSBEI HE I.M.谢切诺夫第一莫斯科国立医科大学（谢切诺夫大学），莫斯科，俄罗斯

联系方式: Andrey Leonidovich Istranov – 邮箱: plasticsurgeon@yandex.ru

Age-related changes in the face have attracted significant attention in recent decades due to the wider use and increasing variety of surgical rejuvenation techniques. Historically, age-related changes in the face were explained by the effects of gravity on soft tissues and resorption of the facial skeletal, as presented by Gonzalez-Ulloa and Flores in their theory of facial aging nearly 50 years ago. Pessa and Rohrich et al. devoted over 30 years to assessing and studying the anatomical changes in the facial skeleton and soft tissues that occur over time. Both invasive and non-invasive procedures aim to minimize the signs of aging and restore youthfulness. Since each of these procedures is based on changes in anatomical features with age, it is critically important to understand the three-dimensional and layered structure of the face to ensure a safe, natural, and long-lasting effect. The normal aging process alters the symmetrical and harmonious features of the face, impacting not only physical attractiveness but also the patient's self-esteem. This work presents a comprehensive overview of current research on the etiology and mechanisms of facial aging. Changes occur in various anatomical structures, including the facial skeleton, ligaments, muscles, adipose tissue, and skin. These changes occur at different rates, begin at different ages, and depend on various factors.

Material and methods. Keyword-based search was conducted in the PUBMED, WEB OF SCIENCE, SCOPUS, GOOGLE SCHOLAR, Elibrary, Cyberleninka open databases. The study identified 1,097 articles based on the following keywords and their combinations: “aging”, “age-related facial changes”, “facial skeleton”, “facial muscles”, “fat compartments”, “facial ligaments”, and “rejuvenation”. The following exclusion criteria were applied: articles on age-related changes in the organs of vision, oral and nasal cavities; articles published more than 30 years ago; studies not related to aesthetic and functional changes in the skin, soft tissues of the face and facial skeleton; articles that considered only the genetic or hereditary aspects of aging without taking into account the influence of external factors; publications that do not correspond to the subject of the study or are outside the scope of the study of facial anatomy and physiology. As a result of applying these criteria, 107 articles were selected, from which the relevant full-text materials were extracted and analyzed, and the data were summarized based on information from the database. The analysis of the aging process from the bone skeleton to the outer skin layer, as well as changes in each of the main layers of the facial anatomy, was performed for further research and development of effective comprehensive correction techniques.

Keywords: aging, age-related changes, facial bones, facial muscles, fat compartments, facial ligaments, rejuvenation

Conflict of interest. The authors declare that there is no conflict of interest.

Funding. The study has not received any funding.

For citation: Istranov A.L., Shabalin A.A., Chopikyan A.A., Al-Terk G.M., Reshetov I.V. Pathophysiology of age-related facial changes. *Head and neck. Head and Neck. Russian Journal.* 2025;13(4):213–220

Doi: 10.25792/HN.2025.13.4.213-220

The authors are responsible for the originality of the data presented and the possibility of publishing illustrative material – tables, drawings, photographs of patients.

Возрастные изменения лица привлекает значительное внимание в последние десятилетия, что связано с увеличением частоты и разнообразия хирургических методик омоложения. Исторически возрастные изменения

лица объяснялись действием силы гравитации на мягкие ткани и резобцией костного лицевого скелета, что было представлено Gonzalez-Ulloa and Flores в своей теории старения лица почти 50 лет назад. Pessa and Rohrich и др. потратили более 25 лет на оценку и изучение анатомических изменений лица, которые происходят в лицевом скелете и мягких тканях с течением времени. Процедуры, как инвазивные, так и неинвазивные, направлены на минимизацию признаков старения и восстановление молодости. Поскольку каждая из этих процедур основана на изменении анатомических особенностей с возрастом, критически важно понимать трехмерность и послойную структуру лица для обеспечения безопасного, естественного и долговременного эффекта. Нормальный процесс старения меняет симметричные и гармоничные черты лица, что сказывается не только на физической привлекательности, но и на самооценке пациента. В данной работе представлен всесторонний обзор современных исследований по этиологии и механизмам старения лица. Изменения происходят в различных анатомических структурах, включая лицевой скелет, связки, мышцы, жировую ткань и кожу. Эти изменения происходят с разной скоростью, начинаются в разном возрасте и зависят от многих факторов.

Материал и методы. В открытых базах данных с использованием поисковых систем PUBMED, WEB OF SCIENCE, SCOPUS, GOOGLE SCHOLAR, Elibrary, Cyberleninka проведен поиск результатов исследований по ключевым словам. В результате проведенного исследования было выявлено 1097 статей, основанных на ключевых словах и их комбинациях: «старение», «возрастные изменения лица», «лицевой скелет», «мышцы лица», «жировые отсеки», «лицевые связки» и «омоложение». Для отбора статей были применены следующие критерии исключения: статьи, посвященные возрастным изменениям органов зрения, ротовой и носовой полостей, статьи с датой публикации более 30 лет, исследования, не касающиеся эстетических и функциональных изменений кожи, мягких тканей лица и лицевого скелета, статьи, в которых рассматривались только генетические или наследственные аспекты старения, без учета влияния внешних факторов, публикации, не соответствующие тематике исследования или находящиеся вне рамок изучения лицевой анатомии и физиологии. В результате применения этих критериев было выбрано 107 статей, из которых соответствующие полнотекстовые материалы были извлечены и проанализированы, а данные были обобщены на основе информации из базы данных. Выполнен анализ процесса старения от костного каркаса до наружного кожного слоя, а также изменения в каждом из основных слоев анатомии лица, для дальнейшего исследования и разработок эффективных коррекционных комплексных методик.

Ключевые слова: старение, возрастные изменения, лицевые кости, мышцы лица, жировые отсеки, лицевые связки, омоложение

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Работа выполнена без спонсорской поддержки.

Для цитирования: Истранов А.Л., Шабалин А.А., Чопикян А.А., Аль-Терк Г.М., Решетов И.В. Патофизиология возрастных изменения лица. *Head and neck. Голова и шея. Российский журнал.* 2025;13(4):213–220

Doi: 10.25792/HN.2025.13.4.213-220

Авторы несут ответственность за оригинальность представленных данных и возможность публикации иллюстративного материала – таблиц, рисунков, фотографий пациентов.

过去几十年来，随着外科年轻化技术的广泛应用和手段的日益多样化，面部的年龄相关变化引起了极大关注。从历史上看，面部老化的变化被归因于重力对软组织的影响以及面部骨骼吸收，这一理论最早由Gonzalez-Ulloa和Flores在近50年前提出。Pessa和Rohrich等人致力于评估和研究面部骨骼及软组织随时间发生的解剖学变化，研究历时三十余年。无论是侵入性还是非侵入性治疗，均旨在最大限度减少衰老迹象，恢复年轻外观。由于每种矫正方法都以伴随年龄变化的解剖结构变化为基础，因此深入理解面部的三维与分层结构，对于实现安全、自然且持久的效果至关重要。正常的衰老过程会改变面部的对称性与和谐美，影响的不仅是外在吸引力，还有患者的自尊心。本研究全面综述了当前有关面部老化病因及机制的研究。变化涉及多个解剖结构，包括面部骨骼、韧带、肌肉、脂肪组织及皮肤。这些变化的发生速率不同，起始年龄各异，并受多种因素影响。

材料与方法: 通过关键词在PUBMED、WEB OF SCIENCE、SCOPUS、GOOGLE SCHOLAR、Elibrary及Cyberleninka等开放数据库中进行检索。本研究基于以下关键词及其组合共检索到1,097篇文献：“aging（衰老）”、“age-related facial changes（与年龄相关的面部变化）”、“facial skeleton（面部骨骼）”、“facial muscles（面部肌肉）”、“fat compartments（脂肪隔室）”、“facial ligaments（面部韧带）”及“rejuvenation（年轻化）”。排除标准包括：探讨视器、口腔及鼻腔年龄变化的文章；发表时间超过30年的文献；与面部皮肤、软组织及骨骼美学与功能变化无关的研究；仅讨论遗传或家族性老化而未考虑外界因素影响的文献；以及与本研究主题或面部解剖生理学无关的文献。应用这些标准后，共筛选出107篇文章，对其全文内容进行提取与分析，并基于数据库信息进行数据汇总。研究从骨性支架到表层皮肤，对面部解剖学主要分层结构中的老化过程及其变化进行了系统分析，为进一步研究与制定有效的综合矫正策略提供了依据。

关键词: 衰老, 年龄相关变化, 面部骨骼, 面部肌肉, 脂肪隔室, 面部韧带, 年轻化。

利益冲突. 作者声明无利益冲突。

经费来源. 本研究未获得任何资助。

引用格式: **Istranov A.L., Shabalin A.A., Chopikyan A.A., Al-Terk G.M., Reshetov I.V. Pathophysiology of age-related facial changes. Head and neck. Head and Neck. Russian Journal. 2025;13(4):213–220**

Doi: 10.25792/HN.2025.13.4.213-220

作者对所呈现数据的原创性及发表插图材料 (表格、图示、患者照片) 的可能性负责。

Введение

Старение – это сложный и динамичный процесс, который включает в себя постепенное снижение биологических функций и возможностей организма справляться с метаболическим стрессом с течением времени. Как генетические, так и экологические факторы играют свою роль в этом процессе [1]. Исследование анатомического строения лица важный и непрерывный процесс, описание и открытие новых лицевых структур помогают понять одну из самых сложных областей человеческого тела (рис.) [3].

Текущие тенденции в области омоложения ориентированы на достижение естественного вида в отличие от предшествующих подходов, которые иногда приводили к эффекту «натянутого» лица [2]. Современные методики направлены на восстановление гармонии между различными слоями и структурами лица, возвращая ему утраченные из-за старения характеристики. Возрастные изменения охватывают взаимодействие множества изменений, происходящих в лицевом скелете, связках, мышцах, жировой ткани и коже. Эти изменения происходят в каждой из упомянутых структур с разной скоростью, начинают возникать в разные возрастные периоды и могут различаться в зависимости от этнической при-

надлежности, что затрудняет определение ключевых причин старения [3].

Анатомия лица: многослойная концепция

Старение лица представляет собой сложный и взаимосвязанный трехмерный процесс, который затрагивает изменения в костях, мягких тканях и коже. Каждый анатомический уровень стареет по-своему, но при этом существует зависимость между более поверхностными и глубокими слоями. Этот многогранный процесс, при котором изменения в одном слое могут приводить к каскаду изменений в соседних структурах.

Лицевые кости.

Скелетная лицевая опора оказывает влияние не только на внешний вид лица, но и на процесс его старения. Она играет важную роль в перераспределении мягких тканей во время процедур по омоложению.

Лицевые кости образуют каркас, который служит основой для прикрепления мягких тканей, обеспечивая их стабильность, форму и поддержку [1]. Костная ткань функционирует как динамичная и постоянно обновляющаяся система, в которой на протяжении жизни непрерывно происходят два противо-

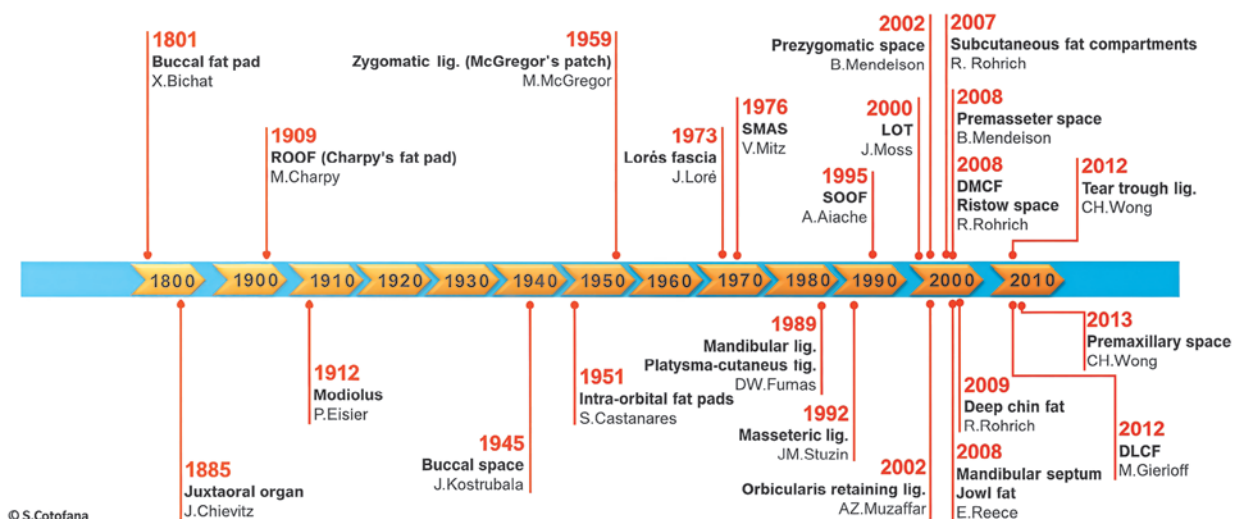


Рис. Хронология, показывающая дату первого описания структур лица

DLCF – глубокий латеральный жир щеки, DMCF – глубокий медиальный жир щеки, LOT – латеральное утолщение орбиты, ROOF – ретроорбикулярный жир глаза, SMAS – поверхностная мышечно-апоневротическая система, SOOF – подорбикулярный жир глаза [3].

Fig. Timeline showing the date of the first description of facial structures

DLCF – deep lateral cheek fat, DMCF – deep medial cheek fat, LOT – lateral orbital thickening, ROOF – retroorbicular fat, SMAS – superficial musculoaponeurotic system, SOOF – suborbicular fat [3].

положных процесса: разрушение старой кости, известное как «костная резорбция», и образование новой. Взаимодействие этих процессов называется «костным ремоделированием» [4]. С возрастом структура этих костей может изменяться, что приводит к их ослаблению, уменьшению объема и перестройке. Это в свою очередь вызывает рецессию и перемещение мягких тканей, оказывая влияние на общий внешний вид лица.

В течение жизни кости лицевого скелета расширяется в размерах. Антропометрические измерения подтверждают, что с возрастом происходит прогрессивное увеличение высоты и ширины костей лицевого скелета [2]. В возрасте от 30 до 50 лет нижняя часть лба начинает уплощаться, поскольку межбровный угол уменьшается. В 2001 г. J.N. Pessa и Y. Chen обнаружили, что глазница увеличивается с возрастом как по площади, так и по ширине. Резорбция, однако, неравномерна и специфична для определенного участка [8]. Резорбции костной ткани нижнелатерального края орбиты проявляются раньше, к среднему возрасту, тогда как в верхнемедиальном квадранте рецессия может быть отмечена только в пожилом возрасте, кроме этого грушевидная апертура также резорбируется, что в итоге приводит к увеличению их площади поверхности и уменьшению высоты верхней челюсти [8]. Нижнемедиальный квадрант орбиты также имеет тенденцию к рецессии в пожилом возрасте, особенно у мужчин. Напротив, центральная часть верхнего и нижнего краев глазницы более стабильна, и с возрастом резорбции практически не происходит. Эти изменения способствуют морфологии стареющего лица, приводят к дисбалансу в верхней, средней и нижней третях лица описанной В. Mendelson, С.Н. Wong, т.к. резорбция глазницы приводит к более глубокой посадке глазных яблок у пожилых людей (старческий экзофтальм) с более глубокими слезными бороздами, а также к опущению верхних век [2].

R.B. Shaw и соавт. в своей статье подтвердили, что ширина глазничного отверстия и площадь глазничного отверстия значительно увеличились с возрастом у обоих полов [5]. Было отмечено значительное увеличение размера глазничного отверстия (увеличение высоты верхнемедиального и нижнелатерального орбитального края) у обоих полов. Глабеллярный и максиллярный углы значительно уменьшались с возрастом у обоих полов, тогда как площадь грушевидного отверстия значительно увеличивалась у обоих полов с возрастом [5]. Выраженное уменьшение верхней челюсти может существенно способствовать образованию носогубных складок, слезных борозд, находящихся под глазами или скулового возвышения (выпуклости в области под глазами).

Ряд авторов также доказали, что с возрастом в краниофациальной области происходят значительные изменения, главным образом, связанные с очаговой резорбцией. Авторы подтверждают, что выраженные изменения наблюдаются в области глазниц, грушевидного отверстия и верхней челюсти, характерные изменения с возрастом [6].

Нижняя челюсть (НЧ) является основой нижней части лица, и любое изменение выступа НЧ, ширины или высоты может повлиять на общую эстетику. По данным N.G. Resoga и соавт. на основе боковых цефалограмм у 19 мужчин и 20 женщин обнаружили, что длина НЧ с возрастом у обоих полов увеличивается. НЧ с нормальной высотой ветви и длиной тела является хорошей поддержкой для мягких тканей [12]. В отличие от таких пациентов пациенты с короткой ветвью, открытым углом и укороченным телом НЧ испытывают недостаток в скелетной поддержке для удержания мягких тканей в средней и нижней

частях лица [12]. Увеличение угла НЧ может вызвать притупление или утрату четкости нижней границы лица. Притупленный вытянутый угол НЧ приводит к размытию линии подбородка.

R.B. Shaw и соавт. проводили сравнения в трех возрастных группах: от 20–40 лет, 41–64 года и старше 64 лет, что позволяет утверждать, что все пациенты достигли полной зрелости. Измерения стандартных параметров не показали значительного уменьшения проекции скелета в предбрыльной области НЧ, которая создает впечатление выдвижения подбородка вперед [5]. У пациентов с микрогенией, характеризующейся недоразвитием подбородка, брыли начинают формироваться в более молодом возрасте из-за недостаточной скелетной поддержки в этой области [5].

Анализируя данные статей, можно отметить, что на текущий момент отсутствуют убедительные доказательства, которые свидетельствуют о значительных возрастных изменениях в костной структуре НЧ.

Изменения в положении костной ткани затрагивают места прикрепления связок и мышц, которые «подтягиваются» за надкостницей в соответствии с направлением резорбции. Это приводит к смещению мягких тканей, прикрепленных к коже, внутрь и вниз. В результате истончения кости углубляются борозды и морщины, что вызывает птоз мягких тканей. Таким образом, наиболее заметные признаки старения лица проявляются в тех участках, которые наиболее выступают и подверглись резорбции костной ткани [27].

Связочный аппарат лица.

Удерживающие связки лица играют ключевую роль в поддержании мягких тканей в их естественном анатомическом положении, противодействуя изменениям, вызванным гравитационным воздействием. С возрастом связки теряют свою прочность, жировые отложения лица начинают смещаться в пространство между поверхностной и глубокой фасциями, что приводит к появлению признаков старения. Основные связки, которые соединяют фасциальные структуры с поверхностной мышечно-апоневротической системой (SMAS), обладают высокой прочностью и не подвергаются значительным первичным изменениям. Наиболее заметные изменения происходят в тонких ветвях ретикуларной связки, проходящих от SMAS к подкожным слоям и дерме. Эти ветви более подвержены ослаблению со временем в результате постоянных повторяющихся движений [7].

Две ключевые связки, отвечающие за поддержку мягких тканей лица – скуловая и нижнечелюстная имеют минимальную связь между их соединением с мышечно-апоневротической системой (SMAS), поэтому менее подвержены возрастным изменениям. Связки, обладающие следующей по силе последовательностью: верхняя жевательная связка, расположенная над добавочной долей околоушной железы, и верхняя жевательная связка, также показывают лишь незначительные изменения. В то же время жевательные связки, находящиеся под оральным комиссуром, расположены в наиболее подвижной зоне, связанной с открытием челюсти, и, как правило, начинают ослабевать и растягиваться относительно ранних этапов старения, хотя эта тенденция менее выражена у представителей азиатской расы [7, 10–12, 28]. Устойчивость связки, которая служит гамаком для жира в каждом отделении (поверхностном или глубоком), показывает усталость и изгибается вдоль своего хода и способствует появлению провисания соответствующего жирового отделения [28].

Согласно литературным данным, провисание жирового слоя, находящегося под ретроорбитальной мышцей глаза (ROOF), связано с ослаблением круговой мышцы глаза, которая поддерживает ее связки, а также с изменениями в подлежащей костной структуре. В месте соединения скуловой и круговой связок формируется связка слезной борозды, которая служит медиальной границей подглазничного жирового отделения (SOOF) и имеет треугольную форму. Нижняя граница SOOF представлена скуловой связкой. Ослабление этой связки, а также круговой мышцы, удерживающей глазную мышцу, и изменения в костной структуре орбитального края, а также в соответствующих жировых отложениях, способствуют образованию скуловых выступов [8–11, 14, 28].

Носогубная борозда формируется за счет поверхностного носогубного жирового компартмента и действия нижележащих мышц лица. С возрастом это впечатление усиливается, поскольку происходят изменения в костной структуре орбитального края, удерживающей связке круговой мышцы, скуловой связке, круговой мышце глаза и поверхностной мышечно-апоневротической системе (SMAS). Нижнечелюстная связка играет важную роль в прикреплении кожи и всех прилегающих структур к кости. Структуры, находящиеся позади нее, включая как поверхностные, так и глубокие жировые компартменты, прикреплены менее прочно, что позволяет им смещаться вниз и приводить к деформации челюсти [21–24, 28].

Мягкие ткани и жировые компартменты лица.

Жировые компартменты лица в целом характеризуются как поверхностные или глубокие по отношению к поверхностной мышечно-апоневротической системе. Исследования показали, что жир в глубоких слоях состоит из адипоцитов меньшего размера и различной морфологии по сравнению с поверхностным жиром [29]. R.J. Rohrich, J.E. Pessa [8], а также радиологические данные, полученные M. Gierloff и соавт. [9], не только подтвердили разделение поверхностных и глубоких жировых отложений лица, но и предоставили дополнительные доказательства теории старения лица. Эти исследования также подчеркивают изменения объема этих жировых компартментов с течением времени. Наличие как носогубных, медиальных, средних, латеральных поверхностных щечных, глубоких медиальных щечных, подглазничных, периорбитальных жировых компартментов вместе с подбородочным и подбородочным жиром указывают на наличие различных проблем, связанных с возрастными изменениями мягких тканей лица [10, 11]. Глубокий жир неподвижен, поскольку он прочно прикреплен к подлежащей кости и помогает обеспечивать контур, поддержку вышележащих жировых отложений и скользкую поверхность для движения мышц [12, 13]. Поверхностные жировые отложения более подвижны и подвержены как покою, так и динамическому напряжению мимических мышц [12]. Данная анатомия свидетельствует о сложной структуре и разделении жировых отсеков, что может влиять на эстетические и функциональные аспекты лица.

R.J. Rohrich, J.E. Pessa и C. Wong и соавт. выявили существенные топографические изменения: жировые компартменты претерпевают различные возрастные изменения, при этом основным процессом является уменьшение объема. Кроме того, наблюдается смещение вниз, зависящее от увеличения расстояния между жировыми компартментами, слабостью связочного аппарата и истончением фасций [14, 15]. Уменьшение толщины скуловых, орбитальных и нижнечелюстных удерживающих связок лица приводит к провисанию вышерасположенных мягких

тканей. Согласно анатомическим исследованиям, эти связки функционируют как «гамак» для атрофированных жировых и мягких тканей, что способствует возникновению морфологических изменений, включая деформацию слезной борозды, появление мешков под глазами и изменению четкости контуров подбородка [8, 9, 16–18, 29].

L. Paluch, P. Pietruski и соавт. в своей статье определили возрастные референтные значения эластичности у пациентов разных возрастных групп на примере глубокого медиального жирового компартмента щеки [19]. Эластичность ткани может быть косвенным показателем метаболических и структурных свойств жировой ткани лица и ее внеклеточного матрикса. Анализ результатов ясно показал, что старение было связано со статистически значимым снижением эластичности. Была обнаружена сильная значимая обратная корреляция между возрастом участников исследования и эластичностью ($R=-0,838$; $p<0,001$) в группах <40 лет, от 40 до 49 лет и 50 лет и старше, где толщина глубокого медиального компартмента варьировалась от 1,0 до 5,5 мм в зависимости от возрастной группы [19].

Исследование Стэнфордского университета определило показатели количественной оценки и сравнения потери мягких тканей при помощи магнитно-резонансной томографии подглазничной, медиальной и латеральной областей щек у молодых (21–33), женщин среднего возраста (53–58) и пожилых (75–85) с учетом индекса массы тела (ИМТ). Средняя разница в 1,6 мм была отмечена между группами молодых и среднего возраста и 2,2 мм между группами молодых и пожилых людей ($p<0,001$) в подглазничной области, 3,3 мм между молодой и средней возрастной группами и 3,2 мм между молодой и старшей группой в медиальной части щек ($p<0,001$) и 2,4 мм между группами молодого и среднего возраста и 2,4 мм между группами молодого и пожилого возраста в боковых поверхностных щек ($p=0,01$) [20, 21].

Традиционно считается, что смещение жировых отложений происходит в области периорбитальной области, средней части лица и НЧ. Смещение происходит из-за костной перестройки, когда жировые отложения перемещаются вместе с костными изменениями, а также из-за ослабления поддерживающих связок и уменьшения объема [22, 23]. Опущение и потеря объема нормальных анатомических подкожных жировых отложений на лице приводит к появлению дряблой кожи или выраженных складок в носогубной области, периорбитальной области и на подбородке [10, 11].

Мышцы.

Одним из характерных аспектов старения является повторяющееся сокращение мышц, что приводит к образованию как поверхностных, так и глубоких динамических морщин во время выражения эмоций [22, 24, 25]. Мимические мышцы плотно связаны с дермой и играют ключевую роль в поддержании и структурной целостности мягких тканей лица, влияя на его объем и контуры. Современная концепция «динамического диссонанса старения» касается сложного взаимодействия между мимическими мышцами и поверхностной кожей [26]. Динамический диссонанс приводит к появлению поверхностных и глубоких морщин над областями привычных сокращений мышц, таких как круговая мышца глаза и рта, risorius, лобная мышца и corrugators, из-за фасциального разделения и связей дермы и надкостницы между различными группами лицевых мышц. Поскольку каждая структура (кости, связки, фасции, мышцы, жировые компартменты, кожа) вносит свой вклад в

процесс старения лица, важно определить, какая структура играет ключевую роль в представленном клиническом сценарии.

Кожа.

Кожа представляет собой самый поверхностный слой лица, который демонстрирует атрофические изменения подлежащих костных структур и мягких тканей, как было рассмотрено ранее. Однако на протяжении времени она также претерпевает трансформации под воздействием как внешних, так и внутренних факторов [31, 33, 34]. Исследования показывают, что повторяющиеся динамические сокращения лицевых мышц могут вызывать формирование поверхностных и глубоких морщин в областях, где мышцы привычно сокращаются, таких как круговая мышца глаза, круговая мышца рта, рисориус, лобная мышца и сморщивающая мышца [22–26]. Эти изменения происходят из-за фасциальной диссоциации и соединений между дермой и надкостницей, которые относятся к различным группам лицевых мышц. Курение и воздействие ультрафиолетового излучения способствуют увеличению производства внутриклеточных реактивных окислительных веществ, что в свою очередь вызывает множество изменений в коже лица, включая истончение эпидермиса, солнечный эластоз и дезорганизацию дермального коллагена, что приводит к проявлениям, характерным для старения кожи [31–35]. Несомненно, существует мощный генетический компонент старения кожи лица, который в свою очередь играет значительную роль в общем внешнем виде кожи с течением времени. Это, вероятно, самый мощный внутренний фактор внешнего вида старения кожи [31–35].

С возрастом кожа становится тоньше и менее прочной, поскольку дерма претерпевает атрофические изменения, связанные с ухудшением ключевых компонентов. Увеличивается скорость распада коллагена, в то время как его синтез замедляется [36]. В период с 40 до 50 лет наблюдается резкое снижение биосинтеза эластина, который также теряется в процессе старения [31, 32, 35, 36]. В результате этого кожа теряет свою эластичность, т.к. структуры эластичных волокон начинают разрушаться.

Под влиянием внутренних и внешних факторов происходят изменения в структуре эластичных волокон, что ведет к утрате упругости и эластичности тканей. Это проявляется как в виде статических морщин, так и в виде динамических складок, поскольку кожа подвергается натяжению со стороны мимических мышц [1, 22, 25]. На молекулярном уровне увеличение экспрессии матриксной металлопротеиназы и активность реактивных форм кислорода, в первую очередь вызванные ультрафиолетовым излучением, со временем способствуют разрушению дермального матрикса [31, 32, 36]. К другим факторам, способствующим процессу старения, можно отнести постепенное снижение числа и функциональной активности клеток, включая меланоциты и клетки Лангерганса, а также уменьшение уровня гормонов, влияющих на физиологические процессы кожи [37–40].

Заключение

Для восстановления молодых черт лица необходимо полное понимание морфологических изменений лица с течением времени. Морфологические изменения в каркасе скелета лица, мягких тканях, удерживающих связках, жировых компартментах и кожи способствуют старению лица в различной степени в зависимости от внутренних и внешних факторов. Чтобы предоставить пациен-

там наилучшую возможную стратегию омоложения, необходима соответствующая диагностика физиологических изменений каждого из элементов старения лица. Концепция послыонного расположения лица является эффективным способом понимания пространственных отношений и функционального взаимодействия мягких тканей лица. Понимание слоев, компартментов и их содержимого имеет решающее значение для безопасных и эффективных методик коррекции.

С увеличением изменений, происходящих с лицом в процессе старения может стать ясным, что наиболее эффективный подход к омоложению должен быть комплексным: восстановление объема для восполнения изменений в трехмерной структуре, а также подтяжка и уменьшение стареющих и менее эластичных мягких тканей.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Swift A., Liew S., Weinkle S., et al. *The Facial Aging Process From the "Inside Out". Aesthet. Surg. J.* 2021;41(10):1107–19. Doi: 10.1093/asj/sjaa339. [PMID: 33325497, PMCID: PMC8438644].
2. Mendelson B., Wong C.H. *Changes in the Facial Skeleton with Aging: Implications and Clinical Applications in Facial Rejuvenation. Aesthet. Plast. Surg.* 2020;44(4):1151–58. Doi: 10.1007/s00266-020-01823-x. [Epub 2012 May 12, PMID: 32844267].
3. Cotofana S., Fratila A.A., Schenck T.L., et al. *The Anatomy of the Aging Face: A Review. Facial Plast. Surg.* 2016;32(3):253–60. Doi: 10.1055/s-0036-1582234. [Epub 2016 Jun 1, PMID: 27248022].
4. Kahn D.M., Shaw R.B. *Overview of current thoughts on facial volume and aging. Facial Plast. Surg.* 2010;26(5):350–5. Doi: 10.1055/s-0030-1265024. [Epub 2010 Sep 17, PMID: 20853225].
5. Shaw R.B., Katzel E.B., Koltz P.F., et al. *Aging of the facial skeleton: aesthetic implications and rejuvenation strategies. Plast. Reconstr. Surg.* 2011;127(1):374–83. Doi: 10.1097/PRS.0b013e3181f95b2d. [PMID: 20871486].
6. Walczak A., Krenz-Niedbala M., Łukasik S. *Insight into age-related changes of the human facial skeleton based on medieval European osteological collection. Sci. Rep.* 2023;13(1):20564. Doi: 10.1038/s41598-023-47776-4. [PMID: 37996537, PMCID: PMC10667279].
7. Brandt M.G., Hassa A., Roth K., et al. *Biomechanical properties of the facial retaining ligaments. Arch. Facial Plast. Surg.* 2012;14:289–94.
8. Pessa J.E., Chen Y. *Curve analysis of the aging orbital aperture. Plast. Reconstr. Surg* 2002;109:751–5; discussion 756–60.
9. Gierloff M., Stöhring C., Buder T., et al. *Aging changes of the midfacial fat compartments: a computed tomographic study. Plast. Reconstr. Surg.* 2012;1:263–73.
10. Pessa J.E., Zadoo V.P., Yuan C., et al. *Concertina effect and facial aging: nonlinear aspects of youthfulness and skeletal remodeling, and why, perhaps, infants have jowls. Plast. Reconstr. Surg.* 1999;103(2):635–44.
11. Pessa J.E., Desvigne L.D., Lambros V.S., et al. *Changes in ocular globe-to-orbital rim position with age: implications for aesthetic blepharoplasty of the lower eyelids. Aesthet. Plast. Surg.* 1999;23:337–42.
12. Pecora N.G., Baccetti T., McNamara J.A. *The aging craniofacial complex: a longitudinal cephalometric study from late adolescence to late adulthood. Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* 2008;134(4):496–505.
13. Wan D., Amirlak B., Rohrich R., Davis K. *The clinical importance of the fat compartments in midfacial aging. Plast. Reconstr. Surg. Glob. Open.* 2013;1(9):e92.
14. Rohrich R.J., Arbique G.M., Wong C., et al. *The anatomy of sub-orbicularis oculi fat: implications for periorbital rejuvenation. Plast. Reconstr. Surg.* 2009;124:946–51.

15. Rohrich R.J., Pessa J.E. The retaining system of the face: histologic evaluation of the septal boundaries of the subcutaneous fat compartments. *Plast. Reconstr. Surg.* 2008;121:1804–9.
16. Gierloff M., Stöhring C., Buder T., et al. Aging changes of the midfacial fat compartments: a computed tomographic study. *Plast. Reconstr. Surg.* 2012;1:263–73.
17. Kikkawa D.O., Lemke B.N., Dortzbach R.K. Relations of the superficial musculoaponeurotic system to the orbit and characterization of the orbitomalar ligament. *Ophthalm. Plast. Reconstr. Surg.* 1996;12:77–88.
18. Flores C.A., Mundy J.L., Byrne M.E., et al. Quantitative 3-dimensional Geometry of the Aging Eyelids. *Plast. Reconstr. Surg. Glob. Open.* 2019;7(11):e2512. Doi: 10.1097/GOX.0000000000002512. [PMID: 31942303, PMCID: PMC6908328].
19. Paluch Ł., Pietruski P., Kwiec B., et al. Age-related changes in elastographically determined strain of the facial fat compartments: a new frontier of research on face aging processes. *Postepy Dermatol. Alergol.* 2020;37(3):353–9. Doi: 10.5114/ada.2018.79778. [Epub 2018 Nov 23, PMID: 32792875, PMCID: PMC7394156].
20. Wysong A., Joseph T., Kim D., et al. Quantifying soft tissue loss in facial aging: a study in women using magnetic resonance imaging. *Dermatol. Surg.* 2013;39(12):1895–902. Doi: 10.1111/dsu.12362. [Epub 2013 Nov 14, PMID: 24238002].
21. Wysong A., Kim D., Joseph T., et al. Quantifying soft tissue loss in the aging male face using magnetic resonance imaging. *Dermatol. Surg.* 2014;40(7):786–93. Doi: 10.1111/dsu.0000000000000035. [PMID: 25111352].
22. Wulc A.E., Sharma P., Czyz C.N. The anatomic basis of midfacial aging. In: Hartstein M.E., Wulc A.E., Holck D.E., eds. *Midfacial Rejuvenation*. New York, NY: Springer New York; 2012:15–29.
23. Foissac R., Camuzard O., Piereschi S., et al. High-Resolution Magnetic Resonance Imaging of Aging Upper Face Fat Compartments. *Plast. Reconstr. Surg.* 2017;139(4):829–37. Doi: 10.1097/PRS.0000000000003173. [PMID: 28350655].
24. Yun S., Son D., Yeo H., et al. Changes of eyebrow muscle activity with aging: functional analysis revealed by electromyography. *Plast. Reconstr. Surg.* 2014;133(4):455e–63. Doi: 10.1097/PRS.0000000000000052. [PMID: 24378349].
25. Swift A., Remington B.K. The mathematics of facial beauty. In: Jones DH, Swift A, eds. *Injectable Fillers: Facial Shaping and Contouring*. 2nd ed. Hoboken, NJ: Wiley Blackwell. 2019. P. 29–62.
26. Naylor E.C., Watson R.E., Sherratt M.J. Molecular aspects of skin ageing. *Maturitas.* 2011;69(3):249–56. Doi: 10.1016/j.maturitas.2011.04.011. [Epub 2011 May 25, PMID: 21612880].
27. Le Louarn C., Buthiau D., Buis J. Structural aging: the facial recurve concept. *Aesthet. Plast. Surg.* 2007;31(3):213–8. Doi: 10.1007/s00266-006-0024-9. [PMID: 17380358].
28. Mironov A., Andruschenko O., Vasil'ev Y., et al. Clinical Anatomy of the Ligaments of the Face and Their Fundamental Distinguishing Features. *Medicina (Kaunas).* 2024;60(5):681. Doi: 10.3390/medicina60050681. [PMID: 38792865, PMCID: PMC11123269].
29. Wan D., Amirlak B., Giessler P., et al. The differing adipocyte morphologies of deep versus superficial midfacial fat compartments: a cadaveric study. *Plast. Reconstr. Surg.* 2014;133(5):615e–22.
30. Dumont T., Simon E., Stricker M., et al. Facial fat: descriptive and functional anatomy, from a review of literature and dissections of 10 split-faces. *Ann. Chir. Plast. Esthet.* 2007;52(1): 51–61.
31. Мантурова Н.Е. Оптимизация хирургической и консервативной коррекции инволюционных изменений системы кожи. Дисс. докт. мед. наук. М., 2012.
32. Пинто Э., Фонтдевила Ж. Пер. с англ., под ред. Н.Е. Мантуровой. *Регенеративные процедуры в эстетической медицине*. М., 2021. 432 с. [Pinto H., Fontdevila J. Translated from English, edited by N.E. Manturova. *Regenerative Medicine Procedures for Aesthetic Physicians*. Moscow, 2021. 432 pp. (In Russ.)]
33. Varani J., Spearman D., Perone P., et al. Inhibition of type I procollagen synthesis by damaged collagen in photoaged skin and by collagenase-degraded collagen in vitro. *Am. J. Pathol.* 2001;158:931–42.
34. Langton A.K., Sherratt M.J., Griffiths C.E., Watson R.E. A new wrinkle on old skin: the role of elastic fibres in skin ageing. *Int. J. Cosmet. Sci.* 2010;32(5):330–9. Doi: 10.1111/j.1468-2494.2010.00574. x. [PMID: 20572890].
35. Vierkötter A., Krutmann J. Environmental influences on skin aging and ethnic-specific manifestations. *Dermatoendocrinol.* 2012;4(3):227–31. Doi: 10.4161/derm.19858. [PMID: 23467702, PMCID: PMC3583881].
36. Uitto J. The role of elastin and collagen in cutaneous aging: intrinsic aging versus photoexposure. *J. Drugs Dermatol.* 2008;7(Suppl. 2): s12–6. [PMID: 18404866].
37. El-Domyati M., Attia S., Saleh F., et al. Intrinsic aging vs. photoaging: a comparative histopathological, immunohistochemical, and ultrastructural study of skin. *Exp. Dermatol.* 2002;11(5):398–405. Doi: 10.1034/j.1600-0625.2002.110502. x. [PMID: 12366692].
38. Rittié L., Fisher G.J. UV-light-induced signal cascades and skin aging. *Ageing Res. Rev.* 2002;1(4):705–20. Doi: 10.1016/s1568-1637(02)00024-7. [PMID: 12208239].
39. Tobin D.J. Introduction to skin aging // *Journal of Tissue Viability.* 2017;26(1):37–46. Introduction to skin aging. *J. Tissue Viability.* 2017;26(1):37–46.
40. Bruno V.H., Bernard A., Fortunel N.O. Age-related evolutions of the dermis: Clinical signs, fibroblast and extracellular matrix dynamics. *Mechanisms of Ageing and Development.* 2019;177:150–6.

Поступила 25.01.2025

Получены положительные рецензии 01.06.25

Принята в печать 24.06.25

Received 25.01.2025

Positive reviews received 01.06.25

Accepted 24.06.25

Вклад авторов. И.В. Решетов – редактирование текста статьи. А.Л. Истранов – разработка концепции и структуры публикации. А.А. Шабалин, А.А. Чопикян, Г.М. Аль-Терк – сбор и обработка материала. А.А. Шабалин – написание текста.

The contribution of the authors. I.V. Reshetov – editing the text of the article. A.L. Istranov – development of the concept and structure of the publication. A.A. Shabalin, A.A. Chopikyan, G.M. Al-Terk – collection and processing of the material. A.A. Shabalin – writing the text.

Статья опубликована в рамках диссертационной работы А.А. Шабалина «Возрастные аспекты комплексного омоложения лица».

The article was published as part of A.A. Shabalin's dissertation «Age-related aspects of complex facial rejuvenation».

Информация об авторах:

Истранов Андрей Леонидович – д.м.н., профессор кафедры онкологии, радиотерапии и пластической хирургии ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет). Адрес: 119435, Москва, Большая Пироговская 6, стр. 1; e-mail: plasticsurgeon@yandex.ru. Профессор кафедры онкологии и пластической хирургии ФГБУ ФНКЦ, Академия постдипломного образования ФМБА России. Адрес: 125371 Москва, Волоколамское ш., 91 Москва. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0222-2910>, Scopus ID 6503880798.

Шабалин Алексей Александрович – аспирант кафедры онкологии, радиотерапии и реконструктивной хирургии Института клинической медицины им. Н.В. Склифосовского ФГАОУ ВО Первый МГМУ

им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет). Адрес: 119435 Москва, ул. Большая Пироговская, д. 6 стр. 1; e-mail: cap2609@mail.ru. ORCID: 0000-0002-1867-7074.

Чопикян Артавазд Арсенович – аспирант кафедры онкологии, радиотерапии и реконструктивной хирургии Института клинической медицины им. Н.В. Склифосовского ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет). Адрес: 119435 Москва, ул. Большая Пироговская, д. 6 стр. 1; e-mail: dr.chopikyan@mail.ru. ORCID: 0000-0002-5233-6927.

Аль-Терк Гаиш Мустафаевич – ординатор кафедры онкологии, радиотерапии и реконструктивной хирургии Института клинической медицины им. Н.В. Склифосовского ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава РФ (Сеченовский Университет). Адрес: 119435 Москва, ул. Большая Пироговская, д. 6 стр. 1; e-mail: 25gasya25@gmail.com. ORCID: 0009-0004-2151-5545.

Решетов Игорь Владимирович – д.м.н., профессор, академик РАН, заведующий кафедрой онкологии, радиотерапии и пластической хирургии Института кластерной онкологии им. Л.Л. Левшина, ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет). Адрес: 119991 Москва, ул. Трубецкая, д. 8; заведующий кафедрой онкологии и пластической хирургии ФГБУ ФНКЦ, Академия постдипломного образования ФМБА России. Адрес: 125371 Москва, Волоколамское ш., 91; ЧОУВО «МУ им. С.Ю. Витте». Адрес: 115432 Москва, 2-й Кожуховский проезд, 12/1; e-mail: ivreshetov@mail.ru. ORCID: 0000-0002-0909-6278.

Information about the authors:

Andrey Leonidovich Istranov – Doctor of Medical Sciences, Professor of the Department of Oncology, Radiotherapy, and Plastic Surgery, Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University). Address: 6 Bolshaya Pirogovskaya, bldg. 1, 119435 Moscow; e-mail: plasticurgeon@yandex.ru.

Professor of the Department of Oncology and Plastic Surgery, Federal State Budgetary Institution Federal National Clinical Center, Academy of Postgraduate Education of the Federal Medical Biological Agency of Russia. Address: 91 Volokolamskoe Shosse, 125371 Moscow

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0222-2910>, Scopus ID 6503880798.

Alexey Aleksandrovich Shabalin – Postgraduate Student, Department of Oncology, Radiotherapy, and Reconstructive Surgery, N.V. Sklifosovsky Institute of Clinical Medicine, Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University). Address: 6 Bolshaya Pirogovskaya St., bldg. 1, 119435 Moscow; e-mail: cap2609@mail.ru. ORCID: 0000-0002-1867-7074.

Artavazd Arsenovich Chopikyan – Postgraduate Student, Department of Oncology, Radiotherapy, and Reconstructive Surgery, N.V. Sklifosovsky Institute of Clinical Medicine, Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University). Address: 6 Bolshaya Pirogovskaya St., bldg. 1, 119435 Moscow; e-mail: dr.chopikyan@mail.ru. ORCID: 0000-0002-5233-6927.

Gaith Mustafaevich Al-Terk – Resident, Department of Oncology, Radiotherapy, and Reconstructive Surgery, N.V. Sklifosovsky Institute of Clinical Medicine, Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University). Address: 6 Bolshaya Pirogovskaya St., bldg. 1, 119435 Moscow; e-mail: 25gasya25@gmail.com. ORCID: 0009-0004-2151-5545.

Igor Vladimirovich Reshetov – Doctor of Medical Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Head of the Department of Oncology, Radiotherapy, and Plastic Surgery at the Levshin Institute of Cluster Oncology, Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University). Address: 8 Trubetskaya Street, 119991 Moscow; Head of the Department of Oncology and Plastic Surgery, Federal State Budgetary Institution Federal National Clinical Center, Academy of Postgraduate Education of the Federal Medical Biological Agency of Russia. Address: 91 Volokolamskoe Shosse, 125371 Moscow; PEI HE S.Y. Witte Moscow University. Address: 12/1 2nd Kozhukhovskiy Proezd, 115432 Moscow; e-mail: ivreshetov@mail.ru. ORCID: 0000-0002-0909-6278.