

CHANGES IN THE FACIAL MUSCLES WITH ADVANCING AGE AND THEIR INFLUENCE ON THE AESTHETIC APPEARANCE OF THE FACE

Gergana Pavlova

Medical University - Plovdiv, Medical College, Plovdiv, Bulgaria, gerganailcheva@abv.bg

Abstract: As we age, facial features gradually change, leading to certain common marks, such as fine lines and wrinkles on the forehead, around the eyes, mouth, and changes in skin texture.

Facial aging is a complex, multifactorial process involving all tissues, including skin, muscles, fat, ligaments, and bones, which are affected due to reduced adaptation of the body to environmental changes. Decreased tissue elasticity, atrophy, loss of facial fullness and progressive bone resorption can be observed. A lot of research has been conducted examining facial tissues and age-related changes in bone, fat, and skin, while the changes that occur in facial muscles are less studied. These changes are the result of two main factors - intrinsic factors occurring within the skeletal muscles themselves and extrinsic factors outside them. After the age of 30, the muscle mass and strength starts to decrease, although does not decrease equally for everyone, as well as the loss of muscle mass and strength. Facial muscles are unique in that their primary role is to move the skin and create different facial expressions. Their importance in aging is due to the lines and furrows formed in the skin during repeated muscle contractions. As muscles change with age, their impact on the aesthetic appearance of the face is not an isolated process. This process will be more visible when changes begin to occur as a result of aging in the different layers of the skin, changes in fatty tissue, connective tissue, ligaments and bones.

In this article, we will examine the changes in the in facial musculature, that are associated with the aging process, which would lead to an understanding of their importance for maintaining the aesthetic appearance of the skin and facial structure.

Keywords: skin, aging, facial muscles, wrinkles

ПРОМЕНИ В ЛИЦЕВИТЕ МУСКУЛИ С НАПРЕДВАНЕ НА ВЪЗРАСТТА И ВЛИЯНИЕТО ИМ ВЪРХУ ЕСТЕТИЧНАТА ВИЗИЯ НА ЛИЦЕТО

Гергана Павлова

Медицински Университет – Пловдив, Медицински колеж, Пловдив, България
gerganailcheva@abv.bg

Резюме: С напредване на възрастта чертите на лицето постепенно се променят, което води до определени общи белези, като фини линии и бръчки на челото, около очите, устата и промени в текстурата на кожата.

Старееенето на лицето е сложен, многофакторен процес, при който се включват всички тъкани, включително кожа, мускули, мазнини, връзки и кости, които се засягат поради намалена адаптация на организма към промените в околната среда. Наблюдава се намалена тъканна еластичност, атрофия, загуба на пълнота на лицето и прогресивна костна резорбция. Съществуват значително много доказателства при изследване на лицевите тъкани поотделно и свързаните с възрастта промени при кости, мастна тъкан и кожа, докато промените настъпващи в лицевите мускули са по-слабо изследвани. Тези промени са резултат от два основни фактора – вътрешни фактори настъпващи в самите скелетни мускули и външни фактори извън тях. След 30-годишна възраст мускулната маса и сила започват да намалява, като се има в предвид, че те не намаляват еднакво при всички индивиди, а също така и загубата на мускулна маса и сила е различна при различните мускули. Мимическите мускули са уникални с това, че основната им роля е да движат кожата, за да създават различни изражения и мимики на лицето. Тяхното значение за старееенето се дължи на линиите и браздите, образувани в кожата по време на многократно повтарящи се мускулни контракции. Тъй като мускулите се променят с възрастта, то тяхното въздействие върху естетичния вид на лицето не е изолиран процес. Този процес ще бъде по-изразен при настъпващи промени в следствие на старееенето в отделните слоевете на кожата, промени в мастната тъкан, съединителната тъкан, връзки и кости.

В тази статия ще разгледаме мускулните лицеви промени, свързани с напредването на възрастта, което би довело до разбирането за тяхното значение за поддържане на естетичния вид на кожата и структурата на лицето.

Ключови думи: кожа, старееене, лицеви мускули, бръчки

1. ВЪВЕДЕНИЕ

През последните години стареенето на кожата получава все по-голямо внимание (He et al., 2023). То е сложен процес, който се определя от генетичните дадености на индивида и факторите на околната среда (Gilcrest, 2003).

Лицето е най-изложената област от човешкото тяло на влияния от външни фактори, които могат да ускорят характерните признаци на стареене при всяка възрастова група и по този начин да повлияят върху хронологичната възраст (Avelar et al., 2022). С напредване на възрастта чертите на лицето постепенно се променят, и това води до определени общи белези, като фини линии на челото, около очите, устата и промени в текстурата на кожата.

Анатомично лицето се състои от три елемента: кожа, мека тъкан (включва подкожни мазнини и мускули) и костна структура, която оформя основната форма на лицето (Larrabee et al., 2004).

Стареенето е многофакторен процес, който с напредването на възрастта включва всички тъкани на лицето, включително кожа, мускули, мазнини, връзки и кости, които се засягат поради намалена адаптация на организма към промените в околната среда. В следствие на това се наблюдава увисване на кожата и загуба в обем на лицето при намаляване на подкожните мазнини, промени в мускулите и костната подложка. Един от най-важните и изявиени признаци на стареенето на кожата е нейното набръчкване. Измененията настъпващи при нейния външен вид обикновено ги свързваме с промените настъпващи в трите слоя на кожата, докато стареенето на структурите на лицето се дължи основно на гравитацията в следствие на настъпващите промени в мастната тъкан, лицевите мускули и костната подложка. В последните години се смята, че промените настъпващи в кожния релеф са провокирани и от промените настъпващи в лицевите мускули.

В тази статия ще разгледаме основно промените настъпващи в мимическите мускули с напредване на възрастта, като са позовем на научни изследвания и материали направени в последните две десетилетия. Ще разгледаме тяхната функция и значението им за поддържане на естетичния вид на кожата и структурата на лицето.

Разбирането на цялата динамика, включена в процеса на стареене на структурната костна основа на лицето, е от изключителна важност за специалистите, които се занимават с лицева естетика, като се има предвид факта, че всички мускулни структури на лицето се променят пропорционално с костната подложка през целия живот на индивида (Avelar et al., 2022). Интервенциите извършвани върху тези мускули от пластични хирурзи, дерматолози и други медицински специалисти ще окажат ефект върху горната, средната и долната част на лицето.

2. ЛИЦЕВИ МУСКУЛИ

Мускулите на лицето са уникални с това, че те свързват костите с кожата, докато повечето скелетни мускули свързват костта с друга кост. Мускулите на лицето се разделят в две групи: мимически мускули или „мускули на лицевото изражение“ и дъвкателни мускули. Мимическите мускули могат още да се нарекат и „козметични“. Съответно те отговарят за отваряне и затваряне на отворите на лицето или за издърпване на кожата в сложни движения, създаващи израженията на лицето.

Мускулите основно са изградени от напречноабраздена тъкан. Тази тъкан определя тяхната основна функция – съкращаване и извършване на движения. Двигателните единици в мускулите на лицето са до голяма степен съставени от влакна тип II (бързо съкращаващи се или бели влакна). В някои мускули има и значителен брой междинни (розови) влакна между тип I (бавно съкращаващи се или червени влакна) и II тип. Такива са дъвкателните мускули (McComas, 1998).

Всички лицеви мускули са с плоска форма, с изключение на орбикуларис орис. Когато мускулните влакна са подредени под формата на концентрични пръстени се наричат пръстеновидни например орбикуларис окули. Малкият зигоматичен мускул е единственият правоъгълен, а депресор лабии инфериорис е мускул с четириъгълна форма. Всички други мускули на лицето са с трапецовидна форма. Те са по-широки в своето начало и стават по-тесни към мястото на вмъкване. При зигоматикус майор и леватор лабии супериор медиалните части на мускулните влакна са по-къси от тези от латералната страна. Краниалните части на мускулните влакна в буцинаторния мускул, които са подравнени хоризонтално, са по-къси от каудалната му част (Narprak et al., 1997). Мускулните снопчета имат кръгов или радиерен ход. Кръглите мускули са свинктери, а радиерните – разширители (Балтаджиев et al., 2010).

Мимическите и дъвкателните мускули се инервират от различни черепномозъчни нерви. Тригеминалният нерв (n. trigeminus) инервира мускулите на дъвкането. Лицевият нерв (n. facialis) инервира мускулите на изражението, като всяко нервно разклонение се разделя на множество по-малки разклонения в дисталната част на 5–10 mm преди да навлезе в мускула (Narprak et al., 1997).

Мимичните мускули имат някои общи характеристики. Те са разположени повърхностно, тръгват от костите и са продължение на повърхностната мускулно-апоневротична система (SMAS) на лицето, която представлява фасциална равнина разположена дълбоко в подкожната тъкан, и се захващат в кожата и по конкретно в дермата или лигавиците, като оказват влияние върху тях (Vigliante, 2005) (Westbrook et al., 2019) (May & Bramke, 2021).

Разделяне на лицето на горна, средна и долна част ще даде възможност и за разделяне на мускулните групи, отговорни за образуването на бръчки, в горната средната и долната трета на лицето.

Мускулите на горната лицева трета имат въздействие върху, челото, веждите и очите. Това са мускули фронталис, процерус, коругатор суперцилии, орбикуларис окули и леватор палпебре супериорис (Vigliante, 2005b). Мускулус фронталис се свързва с окципиталис чрез галеа апоневротика (galea aponeurotica), като неговото действие е да повдига веждите. Коругатор суперцилии е по-повърхностно разположен и събира веждите, а процерус е мускула, който повдига носа и го сбръчква в корена. Мускулус орбикуларис окули е разположен най-повърхностно, той затварят очите и притиска веждите.

Средната група мускули въздейства върху ушите, носа и устата. Това са горен, преден и заден аурикуларен мускул, назалис, депресор септи, леватор лабии супериор алегуе нази, леватор лабии супериорис, леватор ангули орис, зигоматикус майор и минор. Всички мускули леватори са повдигачи на горна устна и на устните ъгли. Мускулите зигоматикус майор и минор извършват широката усмивка с показване на зъбите. Към мускулите на долната лицева трета са отнасят ризориус, орбикуларис орис, букцинатор, депресор лабии инфериорис, депресор ангули орис, менталис и платизма. Мускулус ризориус издърпва ъгъла на устата към ушите или извършва “сърдата усмивка”. По-дълбоко разположен е букцинатор, той прибира бузите. Депресор ангули орис е продължение на мускула платизма, който дърпа надолу ъгъла на устата, а медиално от него се намира депресор лабии инфериорис. Орбикуларис орис затваря устата, издава я напред като за целувка и участва в говорната реч. Менталис се намира на брадичката, като позволява издаване на долната устна и набръчкване на брадата (Westbrook et al., 2019b). Отделно може да бъде разграничена и подвижна фибромускулна тъканна маса наречена модиол (modiolus), той има влияние върху естетичния вид на назолабиалната гънка. За изграждането му допринасят поне девет мускула: орбикуларис орис, букцинатор, леватор ангули орис, депресор ангули орис, зигоматикус майор и минор, ризориус, квадратус лабии супериор, квадратус лабии инфериор. (Vigliante, 2005c).

Формата и позицията на лицевите скелетни мускули влияят върху външния вид и контура на лицето, като те могат да се променят с течение на времето поради различни фактори. Ефектите на лицевите мускули върху стареенето на лицето е интересна тема за изследователи и клиницисти. Един от основните фактори, които влияят върху тези мускули, е стареенето. То причинява промени в структурата и функцията на лицевите скелетни мускули и околните тъкани и кости (Moawad, 2023).

3. ФАКТОРИ ВЛИЯЕЩИ ВЪРХУ ОСТАРЯВАНЕТО НА ЛИЦЕТО

Имаме два различни вида стареене. Стареенето, причинено от гените, които наследяваме, хормоналните промени, заболявания и съответно напредването на възрастта, това стареене се нарича хронологично или вътрешно стареене. Другия тип стареене е известно като външно стареене и се причинява от факторите на околната среда (ултравиолетова радиация, замърсяване на въздуха, тютюнопушене, консумация на алкохол и др.) (Sjerobabski-Masnes & Šitum, 2010) (Csekes & Račková, 2021). Според Guinot et al, факторите могат да бъдат разделени още на четири категории: биологични (генетично определени и непроменими), околна среда (увреди, свързани с излагане на слънчева светлина, йонизиращи лъчения, замърсяване, химикали, никотин), механично стареене (повтарящи се мускулни движения), и други различни фактори включващи диета, сън, заболяемост, и психическо здраве (Guinot et al., 2002).

Факторите, които допринасят за появата на бръчки, включват промени в мускулите, загуба на подкожна мастна тъкан, гравитационни сили и загуба на субстанция на лицевите кости и хрущяли. Наблюдава се прогресивна загуба на организиране на еластичните влакна и колагена (еластоза) и отслабване на подлежащите мускули (Montagna & Carlisle, 1990).

Промените, настъпващи в скелетните мускули, са резултат на два основни фактора – вътрешни фактори в самите скелетни мускули и външни фактори извън тях. Към вътрешните фактори се включват: намаляване на обема и броя на мускулните влакна и то предимно на бързите или белите мускулни влакна, намаляване на силата на контракция на мускулните влакна, намаляване на протеиновото съдържание на мускулните влакна, намаляване на броя на митохондриите във влакната и смущение във функцията на някои митохондриални ензими, водещо до намаляване на тяхната активност, както и до намаляване на митохондриалния дихателен капацитет (Cartee et al., 2016). Към външните фактори се включват промени в централна нервна система (ЦНС) и промени във функцията на периферната нервна система (ПНС), в ендокринната регулация,

намаляване нивото на тестостерона. Загубата на мускулна маса зависи и от пола и двигателната активност.

4. СТАРЕЕНЕ НА ЛИЦЕВИТЕ МУСКУЛИ И ВЛИЯНИЕ ВЪРХУ КОЖАТА

Старееето на мускулите е процес, който се предизвиква от физиологични и патологични механизми. В повечето литературни източници е описано, че до 75 - 80-годишна възраст човек губи приблизително 25% от общата мускулна маса (Janssen et al., 2000). Загубата на мускулна маса, сила и физическа функция при остаряването на индивида в добро здраве се нарича саркопения (Roubenoff & Hughes, 2000). Процеса на саркопения е свързан с намаляване броя на мускулните влакна и особено на белите мускулни влакна, което започва след 25 годишна възраст. Намаляването на броя на мускулните влакна несъмнено води и до редукция на обема на скелетните мускули, но се смята, че в по-голяма степен е редукцията на мускулна сила. След 30-годишна възраст мускулната маса започва да намалява всяка година с 0.5-1%, като този процес сравнително силно се ускорява след 65-годишна възраст. Трябва да се има предвид, че мускулната сила не намалява еднакво при всички индивиди, като някои я запазват такава каквато е била първоначално (Demontis et al., 2013). Загубата на мускулна маса и сила е различна и при различните мускули и това зависи от мястото където се намира мускула, например при мускули в предната част на бедрото и коремната област тя е различна от тези в задната част на бедрото и гърба при по-възрастни индивиди в сравнение с млади хора (Loenneke et al., 2014). Предполага се, че това явление възниква и в мускулите на лицето (т.е. някои намаляват повече от други) (Abe & Loenneke, 2019).

Мимическите мускули са уникални с това, че основната им роля е да движат кожата за да създават различни изражения на лицето. С напредването на възрастта и при непрекъснато повтарящи се мимически движения и мускулни контракции се допринася за образуването на линии, бразди и бръчки. Самата контракция създава повтарящ се механичен стрес, съчетан с дермална еластоза (Pierard et al., 2003), позволявайки на временната бръчка да се превърне в постоянна бръчка (Keaneu, 2016). В литературата са описани случаи, в които се предполага, че когато едно движение се повтаря многократно, в продължителен период от време се образува жлеб под повърхността на кожата, което ще доведе до образуването на бръчки (Calleja-Agius et al., 2013) (Lemperle et al., 2001). Тъй като движенията се извършват от мускулите на лицето, то образувалите се бръчките ще са перпендикулярни на посоката на подлежащите мускули, и ще се наблюдават върху челото, между веждите, в корена на носа, в назолабиалните гънки и периорбиталните области. Повтарящото се нагъване на кожата по време на сън в една и съща позиция на една стран на лицето, допринася за появата на „бръчки за сън“. Хистологично под бръчката присъстват дебели нишки от съединителна тъкан, съдържащи мускулни клетки (Pierard et al., 2003). В мускулите се появява натрупване на липофусцин („старческият пигмент“), който може да служи като маркер за клетъчно увреждане. Влошаването на невро-мускулния контрол също ще допринесе за образуването на бръчки. Постоянната гравитационна сила действа както върху кожата на лицето така и върху подлежащите мускули, което води до променено разпределение на мазнините и отпускане. Кожата става отпусната и опората на меките тъкани е намалена. Гравитационните ефекти влияят особено на горните и долните клепачи, на бузите и в областта на шията. (Puizina-Ivi, 2008)

Хоризонталните бръчки на челото се получават от многократното действие на мускулус фронталис при мимика на лицето като на изненада. Вертикалните глабеларните бръчки и хоризонталните бръчки в корена на носа са резултат от честото мръщене при събиране на веждите при многократно съкращаване на мускулите коругатор суперцилии и процерус.

Птозата на веждите е резултат от повишена отпуснатост на кожата, гравитация и повтаряща се контрактилна активност надолу на мускулус орбикуларис окули и глабеларните мускули. В младостта, орбикуларис окули поддържа кожата около орбиталния ръб. С напредване на възрастта неговия тонос намалява, той хипотрофира и се наблюдава спускане на орбикуларния и маларния мекотъканен комплекс. Образуват се торбички под долните клепачи, известни като фестони. (Mendelson et al., 2002) (Friedman, 2005).

Периорбиталните бръчки тип “пачи крак” и назолабиалните гънки са резултат от усмивка при честото свиване на орбикуларис окули и зигоматикус майор и миор.

Радиалните бръчки на устните са причинени от съпътстващо движение на орбикуларис орис по време на дъвчене, пушене или често свирене с уста.

За задълбочаване на назолабиалната бръчка влияние оказват мускулите образуващи модиола. Един силен модиол с много мускулни влакна може да задържи букалната мазнина на място и да я спре от увисване и изпъкване с възрастта. Модииолусът може да бъде повлиян от стареене, травма, заболяване или вродени аномалии, което води до асиметрия, увисване или сплескване на ъгъла на устата, причинявайки негативни емоции като тъга, гняв или умора (Zufferey, 2002).

В научни проучвания, които изследват лицевите мускули са описани изследвания извършени върху пациенти от различни възрасти с помощта на ядрено-магнитен резонанс, при които се документират разлики в контура

на мимическите мускули на лицето и свързаните с тях дълбоки и повърхностни мастни образувания. С възрастта лицевите мимически мускули (или по-точно мускулните снопове) постепенно се изправят и скъсяват. Авторите смятат, че при многократно повтарящите се мускулни съкращения в продължение на години се нарушава равномерното разпределение на подлежащите мазнини. Това води до загуба на младежкия контур и до повишаване тонуса на мускулите в покой, като по този начин се променя формата, морфологията и триизмерната топография на лицето. Авторите не отхвърлят и въздействието на гравитацията, но смятат, че тя само вторично насърчава процес на стареене, започнат от тези мускулни контракции. (Louarn et al., 2007) (Fitzgerald et al., 2010).

Sebastian Cotofana et al изследват потенциалът за действие на двигателните единици на лицевите мускули чрез използване на неинвазивна електромиография при по-млади (<30 години) и по-възрастни (>50 години) здрави индивиди. Изследването е извършено върху мускули фронталис, коругатор суперцилии, процерус, орбикуларис окули, леватор лабии супериорис алеуге нази, зигоматикус майор, депресор лабии инфериор, менталис, платизма. Изследването предполага, че с напредването на възрастта съкратителната способност на мускулите при няколко повторения (напр. 3) намалява с времето, като по-голяма статистическа значимост се отчита при зигоматикус майор. В това проучване тонусът в покой на мускулите не показва статистически значима разлика между по-млади и по-възрастни индивиди, което е в противоречие с изследването на Le Louarn et al извършено с ядрено-магнитен резонанс, където се предполага, че в по-напреднала възраст тонусът на лицевите мускули в покой се повишава (Cotofana et al., 2021).

Други автори смятат, че с напредване на възрастта лицевите мускули се удължават, мускулното напрежение се увеличава, амплитудата на движение се скъсява и мускулното напрежение в покой е по-близо до максималното напрежение на свиване (Little, 2007) (Louarn et al., 2007). В следствие на тези промени може да се наблюдава стягане на мускулите на лицето с ограничена амплитуда на лицевото изражението, постоянни контрактури, които водят до потенциално изместване на мазнините и по този начин се подчертават кожни гънки и постоянно набръчкване на кожата с трансформация на динамичните лицеви линии в статични лицеви линии (George & Singer, 1993) (Cotofana et al., 2016).

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Лицето е изградено от няколко отделни слоя, а всеки слой е съставен от специфични структури, които допринасят по различен начин за промените настъпващи във външния му вид с течение на времето. Ефектът на лицевите мускули върху естетиката и стареенето на лицето е сложна тема, която включва различни фактори. Въпреки, че в литературата все още има въпроси без отговори и много противооположни теории, все пак има и значително сериозни доказателства за разбирането на ефекта на лицевите скелетни мускули върху стареенето на лицето. Мускулите се променят с възрастта, но тяхното въздействие върху естетичния вид на лицето не е изолиран процес. Този процес ще бъде по-изразен при настъпващи промени в следствие на стареенето в отделните слоевете на кожата, промени в мастната тъкан, съединителната тъкан, връзки и кости. Познанията в тази област от своя страна могат да помогнат за разработването на по-ефективни стратегии за подмладяване на лицето, като въвеждането на нови хирургични процедури, инжекционни терапии, невромодулатори, неинвазивни стимулации и програми за упражнения.

ЛИТЕРАТУРА

- Abe, T., & Loenneke, J. P. (2019). The influence of facial muscle training on the facial soft tissue profile: A Brief review. *Cosmetics*, 6(3), 50.
- Avelar, L. E. T., Corradi, L. M., & Samizadeh, S. (2022). Facial ageing: the foundational changes. In Springer eBooks (pp. 85–95).
- Calleja-Agius, J., Brincat, M., & Borg, M. (2013). Skin connective tissue and ageing. *Best Practice & Research in Clinical Obstetrics & Gynaecology*, 27(5), 727–740.
- Cartee, G. D., Hepple, R. T., Bamman, M. M., & Zierath, J. R. (2016). Exercise promotes healthy aging of skeletal muscle. *Cell Metabolism*, 23(6), 1034–1047.
- Cotofana, S., Assemi-Kabir, S., Mardini, S., Giunta, R. E., Gotkin, R. H., Moellhoff, N., Avelar, L. E. T., Mercado-Perez, A., Lorenc, Z. P., & Frank, K. (2021). Understanding facial muscle aging: A Surface Electromyography study. *Aesthetic Surgery Journal*, 41(9), NP1208–NP1217.
- Cotofana, S., Fratila, A., Schenck, T. L., Redka-Swoboda, W., Zilinsky, I., & Pavicic, T. (2016). The Anatomy of the aging Face: a review. *Facial Plastic Surgery*, 32(03), 253–260.
- Csekcs, E., & Račková, L. (2021). Skin aging, cellular senescence and natural polyphenols. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(23), 12641.

- Demontis, F., Piccirillo, R., Goldberg, A. L., & Perrimon, N. (2013). Mechanisms of skeletal muscle aging: insights from *Drosophila* and mammalian models. *Disease Models & Mechanisms*.
- Fitzgerald, R., Graivier, M., Kane, M., Lorenc, Z. P., Vleggaar, D., Werschler, W. P., & Kenkel, J. M. (2010). Update on facial aging. *Aesthetic Surgery Journal*, 30(1_Supplement), 11S-24S.
- Friedman, O. (2005). Changes Associated with the Aging Face. *Facial Plastic Surgery Clinics of North America*, 13(3), 371–380.
- George, R. M., & Singer, R. (1993). The lines and grooves of the face. *Plastic and Reconstructive Surgery*, 92(3), 540–542.
- Gilchrest, B. A. (2003). Skin aging 2003: recent advances and current concepts. *PubMed*, 72(3 Suppl), 5–10; discussion 10.
- Guinot, G., Malvy, M., Ambroisine, L., Latreille, J., Mauger, E., Tenenhaus, M. & Morizot, F. (2002). Relative contribution of intrinsic vs extrinsic factors to skin aging as determined by a validated skin age score. *Arch Dermatol.* (138):1454–1460.
- Happak, W., Liu, J., Burggasser, G., Flowers, A., Gruber, H., & Freilinger, G. (1997). Human facial muscles: Dimensions, motor endplate distribution, and presence of muscle fibers with multiple motor endplates. *The Anatomical Record*, 249(2), 276–284.
- He, X., Wan, F., Su, W., & Xie, W. (2023). Research progress on skin aging and active ingredients. *Molecules*, 28(14), 5556.
- Janssen, I., Heymsfield, S. B., Wang, Z., & Ross, R. (2000). Skeletal muscle mass and distribution in 468 men and women aged 18–88 yr. *Journal of Applied Physiology*, 89(1), 81–88.
- Keaney, T. (2016). Aging in the male face: intrinsic and extrinsic factors. *Dermatologic Surgery*, 42(7), 797–803.
- Larrabee WF, Makielski KH & Henderson JL. *Surgical anatomy of the face*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2004
- Lemperle, G.; Holmes, R.E.; Cohen, S.R. & Lemperle, S.M. (2001). A classification of facial wrinkles. *Plastic and Reconstructive Surgery*, 108, 1735–1750.
- Little, J. W. (2007). Structural aging: the facial recurve concept. *Aesthetic Plastic Surgery*, 31(6), 754–756.
- Loenneke, J. P., Thiebaud, R. S., & Abe, T. (2014). Estimating Site-Specific muscle loss: a valuable tool for early sarcopenia detection? *Rejuvenation Research*, 17(6), 496–498.
- Louarn, C. L., Buthiau, D., & Buis, J. (2007). Structural aging: the facial recurve concept. *Aesthetic Plastic Surgery*, 31(3), 213–218.
- May, C. A., & Bramke, S. (2021). In the human, true myocutaneous junctions of skeletal muscle fibers are limited to the face. *Journal of Anatomy*, 239(2), 445–450.
- McComas, A. J. (1998). Oro-facial muscles: internal structure, function and ageing. *Gerodontology*, 15(1), 3–14.
- Mendelson, B. C., Muzaffar, A. R., & Adams, W. P. (2002). Surgical anatomy of the midcheek and malar mounds. *Plastic and Reconstructive Surgery*, 110(3), 885–896.
- Moawad, O. B. (2023). Functional anatomy of facial muscles. *Injector eye*. Conference: 9th Minia International Dermatology Congress "Dermatology around the globe" February 22-26.
- Montagna, W. & Carlisle, K. (1990). Structural changes in aging skin. *Br J Dermatol.* 122(35): 61–70.
- Pierard, G., Uhoda, I., & Piérard-Franchimont, C. (2003). From skin microrelief to wrinkles. An area ripe for investigation. *Journal of Cosmetic Dermatology*, 2(1), 21–28.
- Puizina-Ivi, N. (2008). Skin aging. *Acta Dermatoyen*. Vol 17, No2
- Roubenoff, R., & Hughes, V. (2000). Sarcopenia: current concepts. *The Journals of Gerontology: Series A*, 55(12), M716–M724.
- Sjerobabski-Masneć, I. & Šitum, M. (2010). Skin aging. *Acta Clin Croat.*49(4).
- Vigliante, C. E. (2005b). Anatomy and functions of the muscles of facial expression. *Oral and Maxillofacial Surgery Clinics of North America*, 17(1), 1–15.
- Westbrook, K. E., Nessel, T. A., Hohman, M. H., & Varacallo, M. (2019b). Anatomy, head and neck, facial muscles. *StatPearls*.
- Zufferey, J. (2002). Importance of the modiolus in plastic surgery. *Plastic and Reconstructive Surgery*, 110(1), 331–334.
- Балтаджиев Г., Атанасова П., Коева И., Сивков С. *Анатомия на човека за студенти по медицина и дентална медицина*. Трето издание, 2010 г.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3404279/>, 2023