

Ние и неандерталците – какво разказват гените?

Десислава Нешева

Тази задача обаче е доста сложна, особено за отгавна изчезнали видове. ДНК молекулата се разгражда с времето. Условиата на съхранение и температурата на археологическите останки в много случаи водят до деградация на ДНК и невъзможност за

Изучаването и установяването на произхода на човека е една от най-възбуждащите задачи на учените – както в миналото, така и днес. Десетки изследователи по цял свят работят, за да запълнят картината и да проследят хронологията на възникване и развитие на предците на съвременния човешки вид. Освен антропологията, археологията, историята, днес вече и генетиката дава отговор на някои от въпросите, свързани с произхода ни. Молекулата ДНК е може би един от най-добрите източници на информация, които учените могат да използват, за да разберат повече за развитието на животинските видове, включително на човека.

изолирането и анализирането ѝ. Все пак, с развитието на науката, става възможно да се изолира ДНК в състояние, позволяващо реконструкция на генома. Днес това може да стане и от останки на видове, живели преди над 1 милион години. През 2021 г. бе изолирана и разчетена ДНК на мамут, чиито останки бяха

на такава възраст. Той е открит във вечнотамръзналите райони на Източен Сибир. Средата и температурата имат огромно значение за запазване на ДНК в състояние за секвениране. Все пак, нека да уточним, че случаите на добре запазена ДНК са рядкост и главно

от много студени и сухи среди.

Най-старата ДНК, изолирана от хоминиди, е на възраст около 400 000 години, периода на възникване на неандерталския вид. Изследването на по-стари ДНК от представители на род *Ното* е много трудно, защото в голяма част от нашата еволюционна история, гревни-

те хора са живели в топли и влажни райони, където ДНК не може да се съхрани добре и деградира, а органичното вещество при много старите фосили не се съхранява.

Първата възможна изследвана ДНК от неандерталци е частична митохондриална ДНК (мтДНК). Резултатите са публикувани през 1997 г. Пробата е от костен материал от първите открити и установени неандертал-

ски костни останки от пещерата Фелдхофер в долината Неангер, Германия, откъдето идва и името *неандерталец*. Освен че е първият, мтДНК е и един от най-добрите обекти за изследване от палеогенетиката. При нея има голям брой молекули в клетка, тя се предава от майката и промените, които настъпват в определени нейни райони (мутации, нуклеотидни промени), се запазват за дълго, много поколения напред. Получената последователност от неандерталската мтДНК е сравнена с мтДНК на съвременен човек и шимпанзе. Резултатите показват, че неандерталецът има по-голяма близост до човека, отколкото до шимпанзето. Установява се също така, че последният общ предшественик на неандерталци и на съвременни хора датира от преди 550 000 – 690 000 години.

След успешно секвениране на големи количества частична мтДНК, експериментаторите от Сванте Паабо (Svante Paabo) от Института „Макс Планк“ през 2008 г. докладва за секвениране на първата пълна последователност на мтДНК на неандерталец. Пробата е взета от останки на 38 000 години от пещерата Виндия, Хърватия. Пълната мтДНК последователност позволи на изследователите



Една от възстановките на неандерталско лице

да сравнят тази неандерталска мтДНК със съвременната човешка мтДНК, за да видят дали някои съвременни хора са пренесли мтДНК от свързващата група към групата на неандерталците.

По-късно лабораторията на Паабо, който тази година получи Нобелова награда за изследванията си (Вж стр. 4), секвенира целия митохондриален геном на още пет неандерталци. Последователностите идват от два индивида от долината Неангер в Германия и по един от пещерата Мезмайская в Русия, пещерата Ел Сигрон в Испания и пещерата Виндия в Хърватия. Въпреки че пробите идват от широка географска област, неандерталските мтДНК последователности не са особено генетично разнообразни. Най-различната неандерталска последователност идва от останките от Мезмайската пещера в Русия, където е най-старият и най-източният екземпляр. По-нататъшен анализ и вземане на проби от повече индивиди накарва изследователите да повярват, че това разнообразие е по-тясно свързано с възрастта, отколкото с вариации в цялата популация. Средно геномите на неандерталската мтДНК се различават един от друг с 20,4 бази и са само 1/3 толкова разнообразни, колкото тези на



Сравнително изображение на неандерталец и съвременен човек

съвременните хора. Ниското разнообразие може да сигнализира за малък размер на популацията.

Има доказателства, че някои групи хоминиди са допринесли за формиране на генофонда на неандерталската мтДНК преди около 270 000 години. Изолираната мтДНК от бедрена кост, открита в Германия, показва, че е имало обмен на генетичен материал, при настъпило кръстосване на неандерталци с африкански хоминиди. Този митохондриален геном е доста различен от този на неандерталеца, обсъден по-горе, което показва, че неандерталците може да са били генетично по-разнообразни в своето далечно минало.

Що се отнася до пренос на генетичен материал на неандерталците в генома на съвременната човешка мтДНК, възможно е доказателствата за такива кръстосвания да са останали скрити поради различни причини. Основната сред тези причини е размерът на изследваната извадка, но все още не е открита мтДНК в неандерталци, която да съответства на тази на съвременните хора.

Генетиката се развива бързо и става възможно изолирането и секвенирането на цялостна геномна ДНК, както на съвременни видове, така и древни костни останки. Вложени са много усилия за секвениране на неандерталски ядрени гени, с евентуална цел да се секвенира

възможно най-голяма част от неандерталския геном. През 2014 г. е публикуван пълният геном на неандерталец от Алтайските планини в Сибир. Геномът на този женски индивид показва, че родителите ѝ вероятно са били родственици и че нейната генетична линия доказва често кръвосмешение. Не е ясно дали

това се дължи на живот в малка и изолирана популация или други фактори са повлияли на инбридинга (*кръстосване между роднини*) на линията. Техният анализ също показва, че този индивид е бил тясно свързан както със съвременните хора, така и с представители на друга древна популация, останки от която са

Особености	<i>Homo sapiens</i>	<i>Homo neanderthalensis</i>
Състояние	Съществува, жив представител	Изчезнал вид, живял от преди 400 000 до 40 000 години
Разположение, местообитания	По целият свят, броят варира от условията на средата, климата. Много приспособими.	Евразия, често на студени и сухи места.
Височина и телесна маса	Варира в зависимост от различни фактори на средата и начин на живот. Жените средно 162 см, а мъжете средно 175 см. Масата варира в широки граници.	Средна височина 152 – 167 Тежали са между 64 и 82 килограма.
Крайници	Дълги крайници	Къси крайници
Гръден кош	Нормални пропорции	По-широк, под формата на бъчва
Кости	По-тънки и не толкова здрави кости, както при ранните хора, по-тесен таз.	Дебели и здрави кости и стави, широк таз.
Раменна кост	Симетрична	Асиметрична
Пръсти на крайниците	Тънки	Задебелени
Череп	По-задебелен череп, без изпъкнал ръб на веждите. Обем на мозъка 1000 – 1850 см ³	Опънат предно-задно череп, изпъкнала кост на веждите. Голям, широк нос. Обемът на мозъка 1200 – 1750 см ³
Зъби	По-малки зъби от тези на предците. Две еднакви по размер издатини в долните премолари.	По-големи предни зъби и корени, развиват се по-бързо.
Продължителност на живот	Варира широко в зависимост от условията на средата и начина на живот. Средна продължителност на живот на световно ниво при жените е 75 години, а при мъжете 70 години.	Около 80% от представителите са умирали преди 40 годишна възраст.

Таблица с основните разлики на двата вида. Между другото, някои представители на съвременните хора сякаш притежават и черти, смятани за присъщи на неандерталците



Бижути и сечива, останали от неандерталци. Както и символи, изобразени от тях в пещери

открити в пещерата Денисова, Сибир. Според анализа има много малка граница, с която ДНК на неандерталците и денисовианците се различава изключително от съвременните хора.

Видът, открит в пещерата Денисова, е първият изкопаем хоминид, идентифициран като нов вид само въз основа на неговата ДНК. Денисовианците са близки роднини както на съвременните хора, така и на неандерталците и вероятно са се отделили от тези линии преди около 300 000 до 400 000 години. Те са по-тясно свързани с неандерталците, отколкото със съвременните хора, но от тях има сравнително малко останки, които са статистически недостатъчни, за да се извлекат някакви значими заключения.

Съвременните хора и неандерталците са живели в отделни региони, развиващи се по различни еволюционни линии в продължение на стотици хиляди години. Въпреки това неандерталците все още са най-близкият ни известен роднина. Поради тази еволюционна близост, въпреки че са признати за различни видове, се смята възможно чле-

новете на тези два вида да са обменяли генетична информация. Този обмен на ДНК се нарича *интрогресия* или кръстосване.

При изследване на геномите на популациите са установени специфични региони на геномите, за които е известно, че са силно променливи при съвременните хора, заедно с няколко милиона единични нуклеотидни полиморфизми (SNP), където гадената база на едно място може да варира меж-

ду хората. Разликата между общия геном и тези специфични региони/места може да доведе до известно объркване. По отношение на общия геном хората и шимпанзетата са 98 – 99% сходни. И все пак е възможно отделни индивиди да имат до 4% неандерталско ДНК. Тази разлика се обяснява с това, че 4% от силно променливия геном е наследен от неандерталски източник, а не 4% от целия геном. Ако погледнем генома на съвременния човек като цяло, най-малко 98 – 99% е наследен от нашия общ прародител с неандерталците.

Известно е, че неандерталците допринасят до 1 – 4% от геномите на неафриканските съвременни хора, в зависимост от това от кой регион на света са предците, а за съвременните хора, живели преди около 40 000 години, е установено, че имат до 6 – 9% неандерталска ДНК. Тъй като неандерталците вероятно са еволюирали извън Африка (до момента не са открити вкаменелости на неандерталци в Африка), се смяташе, че няма да има следа от неандерталска ДНК в съвременните африкански хора. Проучване през 2020 г. обаче пока-

за, че има неандерталска ДНК във всички африкански *Homo sapiens*. Това показва, че съвременният човек не е напуснал Африка чрез една или няколко вълни на миграция, а е имало движение на древни хора от и към Африка и по този начин неандерталските гени са пренесени и там.

Друго доказателство за кръстосването на неандерталци и древни хора е откритата долна челюст на индивид от Рипаро Мецена, среднопалеолитно скално убежище в Монти Лесини (Североизточна Италия, Верона), намерена през 1957 г. МтДНК анализ, извършен върху тази челюст и върху други черепни фрагменти, открити на същото стратиграфско ниво, довел до идентифицирането на единствения генетично типизиран неандерталец на италианския полуостров. Подбрана е сравнителната извадка, включваща костни останки от средата на плейстоцена на неандерталци и на анатомично модерни хора. Това изследване на челюстта от Мецена показва, че областта на брадичката е подобна на тази на групи късни неандерталци, които показват много по-съвременна морфология. Според нас тази промяна в морфологията сред късните неандерталци подкрепя хипотезата за

анатомична промяна на късните неандерталци и хипотезата за определена степен на кръстосване с анатомично съвременните хора, които, както показва датироването, вече са присъствали на европейска територия. Наблюдения върху брадичката на долната челюст от Мецена спомагат да се да поддържа теорията за нерязък филогенетичен преход в този период в Европа.

Изключително добре запазените скелет на неандерталец, открит през октомври 1993 г. в пещерата Ламалунга близо до Алтамура, Италия е датирован към късния средноплейстоценски период. Изследвана е ДНК от лопатка на индивида, като нейната анатомична характеристика показва, че е необичайна за неандерталците и, по-общо, сред европейските архаични хора от средния и късния плейстоцен. Лопатката от Алтамура разширява познанията ни за посткраниалната променливост по линията на неандерталците.

Доказателствата, които имаме за кръстосването на неандерталци и съвременни хора, хвърлят светлина върху експанзията на съвременните хора извън Африка. Тези нови открития опровергават много предишни хипотези, в които съвременните хора са замени-



Пещерни рисунки на неандерталци, свидетелство за познанието им за пигментите. Изобразяват житейски събития

ли архаичните хоминиди, като неандерталците, без никакво кръстосване. През 2016 г. бяха публикувани нови данни от секвенирани неандерталски ДНК от пещерата Алтай в Сибир, както и от Испания и Хърватия, които показват доказателства за кръстосване между хора и неандерталци още преди 100 000 години. Това са първите открития, които показват човешки генен поток в неандерталския геном, за разлика от неандерталската ДНК в човешкия геном. Тези данни ни казват, че не само случаите на кръстосване между човек и неандерталец са по-чести, отколкото се е смятало преди, но също така, че е съществувала ранна миграция на хора извън Африка преди популациите, които са оцелели и са гали началото на всички съвременни неафрикански хора.

Въпреки че е имало кръстосване между неандерталец и човек, все още не е намечена тяхна ДНК в нашата мтДНК. Има няколко възможни обяснения за това. Възможно е в един момент да е имало съвременни хора, които са притежавали мтДНК на неандерталците, но техните рогове са изчезнали. Също така е много възможно неандерталците да не са допринесли за генома на мтДНК по силата на естеството на кръстоската човек-неандерталец. Тъй като мтДНК се предава изключително от майка на по-

томство, ако неандерталските мъже са единствените, които допринасят за човешкия геном, техният принос няма да присъства в мтДНК линията. Възможно е също така, че докато кръстосването между неандерталски мъжки и човешки женски е могло да доведе до плодородно потомство, кръстосването между неандерталски женски и човешки мъже да не е довело до плодородно потомство, което би означавало, че неандерталската мтДНК не може да бъде предадена. И накрая, възможно е съвременните хора да носят поне една мтДНК линия, която неандерталците са допринесли в нашия геном, но все още не сме секвенирали тази линия нито при съвременните хора, нито при неандерталците. Всяко от тези обяснения може да е в основата на липсата на неандерталска мтДНК в съвременните човешки популации.

Освен неандерталците и древните съвременни хора, друг вид хоминиди – денисовианците също са обект на интерес и изследване, за да се докаже дали има смесване на генетичен материал между тези три вида. Сравнението на генома на денисовианци с различни съвременни човешки популации показва до 4 – 6% принос на денисовианците в неафриканските съвременни човешки популации. Тази концентрация е най-висока при хората от Папуа Нова Гвинея и Океания. Логично е кръстосването да се появи в тези островни общности от Югоизточна Азия и Тихия океан, тъй като техните предци са мигрирали от континентална Азия, където са открити вкаменелости от денисовианци. Съществуват и значителни доказателства за кръстосване между индивиди от пещерата Денисова и неандерталец, включително една млада женска, която изглежда е хибрид от първо поколение на неандерталски женски родител и ге-



Част от челюст на тюлен, открита в убежище на неандерталци



Територията на разпространение на неандерталските племена в Евразия

нисовиански мъжки родител. Намирането на повече костни останки на тази популация ще означава разработване на по-пълна картина на генетиката на представителите от пещера Денисова, така че учените да могат да изследват тези взаимодействия по-подробно.

Генетичното разнообразие идва основно от неактивни, некодиращи или по друг начин еволюционно неутрални райони на генома. Има много места, които показват ясни доказателства за селективен натиск върху вариантите между съвременните хора и неандерталците. Изследователите са открили 78 локуса, които се срещат при неандерталците, а при съвременните хора те са еволюирали. Пет от тези гени са имали повече от една промяна на последователността, която е повлияла върху кодираната протеинова структура. Тези протеини включват: SPAG17, който участва в движението на сперматозоидите; PCD16, който може да участва в заздравяването на рани; TTF1, който участва в рибозомната генна транскрипция и RPTN, който се намира в кожата, косата и потните жлези. Други промени може да не засягат последова-

телността на самия ген, но променят факторите, които контролират репликацията на този ген в клетката, променяйки неговата експресия вторично. Някои от областите в генома, които са еволюционно селектирани при съвременните хора, може да са структурни или регулаторни региони, други може да са били свързани с енергийния метаболизъм, когнитивното развитие и морфологията на главата и горната част на тялото. Това са само няколко от областите, в които имаме доказателства за разграничаване между съвременните хора и неандерталците.

Изследването на молекулата ДНК може да разкрива аспекти на родство и родословие при различните видове, но все пак нейната основна функция е кодирането на протеини, които обезпечават метаболизма и функциите на организма. Всеки ген може да има различни варианти, които могат да възникнат в рамките на даден генетичен локус. Всеки генотип определя съответния фенотип, който представлява физически израз на гените. Изучавайки ДНК на неандерталците, можем да изследваме техните генотипове и да направим извод какъв фе-

нотип по време на живота им са имали в резултат на различни мутации.

А ето и някои интересни частични примери за „взаимоотношения“ между неандерталския и човешкия ген, до които съвременната наука е достигнала. Древната ДНК е била използвана за реконструиране на аспекти на външния вид на неандерталците. През 2007 г. фрагмент от гена за рецептора на меланокортин 1 (*MRC1*) е секвениран от ДНК на два неандерталски индивида от Испания и Италия. *MC1R* е рецепторен ген, който контролира производството на меланин – протеинът, отговорен за пигментацията на косата и кожата. Неандерталците са имали мутация в този рецепторен ген, която прави получения протеин по-малко ефективен и вероятно създава фенотип на червена коса и бледа кожа. Съвременните хора показват подобни мутации на *MC1R*, а хората, които имат две копия на тази мутация, имат червена коса и бледа кожа. Никои съвременен човек обаче няма точната мутация, която са имали неандерталците, което означава, че и неандерталците, и хората са разви-

ли този фенотип независимо един от друг.

Ако съвременните хора и неандерталците, живеещи в Европа по едно и също време, са развили това намаляване на пигментацията, вероятно е имало предимство за тази черта. Една хипотеза за обяснение на предимството на тази адаптация включва производството на витамин D. Той се синтезира, когато ултравиолетовите лъчи на слънцето проникнат в кожата. По-тъмната кожа затруднява проникването на слънчева светлина през най-външните слоеве. Докато хората, живеещи в райони с висока степен на излагане на слънце, все пак ще получат достатъчно витамин D, то хората, които живеят далеч от екватора, не са изложени на много слънчева светлина. За тях би било полезно да имат по-бледа кожа, така че да може да произвежда достатъчно витамин D дори при по-кратко слънчево огряване.

Генът *FOXP2* е свързан с формирането на речта и езика. Мутациите в послегователността на гена *FOXP2* при съвременните хора водят до проблеми с говор и контрола на оралните и лицевите



Детерминирането на червеният цвят при неандерталци и анатомично съвременните хора протича по различни механизми

мускули. Съвременните хора и неандерталците споделят две промени в *FOXP2* в сравнение с последователността при шимпанзетата. Възниква въпросът как този вариант на *FOXP2* е попаднал при неандерталците и съвременните хора. Една от възможностите е, че може да се е прехвърлил между видовете чрез генен поток. Друга е, че производният *FOXP2* е присъствал в предците както на съвременните хора, така и на неандерталците и че вариантът на гена е бил толкова силно селектиран, че се е разпространил и в двете популации. Третата възможност е, че промените и селектирането са настъпили преди разминаването между популациите. Наличието на едни и същи гени при неандерталците и хората означава, че неандерталците може би са имали подобни езикови способности, но все още няма достатъчно доказателства за подобно заключение.

Генът, който е отговорен за **кръвно-груповата система АВО**, е полиморфен при хората, което означава, че има повече от два възможни алела на този ген. Унаследяването е кодоминантно между алелите А и В и доминантно на алелите А и В над алела О. Хората, които са тип А или В, могат да имат генотипове или АА, или АО (или ВВ и ВО) и все още да са А (или В) кръвна група, но за да има кръвна група О, човек трябва да има генотип ОО. Различни фактори за подбор могат да благоприятстват различни алели, което води до поддържане на различни кръвни групи в съвременните човешки популации. Въпреки че и шимпанзетата имат различни кръвни групи, те не са същите като човешките. Когато учените тествали дали неандерталците имат кръвна група О, те открили, че два неандерталски индивида от Испания вероятно са имали кръвна група О,

въпреки че има възможност те да са АО или ВО. Вероятно алелът О вече се е появил преди разделянето между хората и неандерталците, но той може да е възникнал и в генома на неандерталеца чрез генния поток от съвременните хора.

Способността да се усеща вкуса на горчиви вещества се контролира от ген *TAS2R38*. Някои индивиди могат да усещат тази вкус, докато други имат различен вариант на гена, който не им позволява това. Притежаването на две копия на алела за горчивия вкус дава на индивида по-добро възприемие за този тип вкусово усещане, отколкото хетерозиготното състояние, при което индивидите имат един алел, благоприятстващ вкусовото усещане за горчиво и един алел, който не дава това усещане. Две копия на алела за липса на вкусовото възприемие, водят до невъзможност за усещане на вкус на горчиви вещества.

Когато учените секвенират ДНК на неандерталец от Ел Сигрон, Испания за гена *TAS2R38*, те откриват, че този индивид е хетерозиготен и по този начин е в състояние да възприема горчивия вкус – макар и не толкова силно, колкото хомозиготен индивид с две копия на алела, благоприятстващ възприемие на горчиво. И двете състояния на гена все още присъстват при съвременните хора и тъй като секвенцията на неандерталеца е в хетерозиготно състояние, двата алела вероятно са присъствали в общия прародител на неандерталците и съвременните хора. Въпреки че шимпанзетата също се различават в способността си да възприемат горчивия вкус, техните способности се контролират от различни алели от тези, открити при хората, което показва, че алелите за липса на вкусови възприемия за горчиво са еволюирали отделно в хоминидната линия.

Генът **микроцефалин** е свързан с размера на мозъка по време на развитието. Мутация в микроцефалиновия ген *МСРН1* е честа причина за микроцефалия. Мутациите в микроцефалина причиняват 3 до 4 пъти по-малък размер на мозъка. Вариант на *МСРН1*, характерен за хаплогрупа D, може да е бил положително селектиран при съвременните хора, но може също да е дошъл от кръстосване с гревна популация. Всички варианти на хаплогрупа D идват от едно копие, появило се в съвременните хора преди около 37 000 години. Самата хаплогрупа D обаче идва от макрохаплогрупа, която се е отклонила от линията, довела до съвременните хора преди около 1,1 милиона години. Въпреки че имаше спекулации, че неандерталците са били източник на така наречената микроцефалинова хаплогрупа D, секвенираната неандерталска ДНК не съдържа тази хаплогрупа.

Докато промените в генома могат директно да повлияят на фенотипа на даден организъм, промяната на механизма за синтеза на протеин може да причини много подобни ефекти. МикроРНК (миРНК) участва в такъв механизъм. Клетката използва миРНК, за да потисне експресията на ген, докато този ген стане необходим. Една миРНК може да се насочи към множество гени, като свърже своя последователност с информационна РНК, предотвратявайки извършването на транскрипция. При хоминидите една конкретна миРНК, наречена miR-1304, се унаследява или се получава от нова мутация. Полученото състояние има мутация в областта на свързващата последователност, която му позволява да се свързва с повече последователности на мРНК, но по-малко ефективно. Това означава, че някои гени ще бъдат по-силно експресирани пора-



Десислава Нешева е възпитаник на Биологическия факултет на СУ „Св. Климент Охридски“. Бакалавър по молекулярна биология (2006) и магистър по генетика (2008). Работи в Катедра по Медицинска генетика към Медицински университет – София. Доктор по генетика от 2016 г. Специализирала е 2 години популационна, еволюционна и антропогенетика във Флорентинския университет, Италия. Участва в множество проекти и има интерес в области, свързани с изследване на онкологични заболявания, вродени малформации, проблеми на дълголетието и социално значими болести.

ди липса на потискане. Такъв пример е в синтеза на **протеините емайлин и амелотин** – **и двата използвани при формирането на зъбите по време на развитието**. Потискането на синтеза при неандерталците и последващата липса на потискане при съвременните хора може да бъде фактор, допринасящ за някои от морфологичните разлики между зъбите на неандерталците и съвременните хора.

Изследванията показват, че **ДНК на неандерталците е допринесла за нашата имунна система днес**. Проучване на човешкия геном изненадващо установи пренос на неандерталска ДНК в свър-

менния човешки геном, по-специално в региона, който кодира нашия имунен отговор към патогени. Тези конкретни неандерталски гени са били полезни за древните хора, пристигащи в Европа, чиято имунна система никога не се е сблъсквала с патогените в Европа и би била уязвима към тях, за разлика от неандерталците, които са изградили поколения устойчивост срещу тези болести. Когато хората и неандерталците се кръстосват, те предават тази генетична устойчивост към болести на потомството си, което им дава по-добър шанс за оцеляване. Доказателствата за тази генетична устойчивост показват, че е имало най-малко три етапа на пренос на ДНК в гените за имунен отговор при човека, две идващи от неандерталците и едно от нашите слабо изучени еволюционни братовчеди, генисовианците.

Докато много от гените, които предаваме в поколенията са или полезни, или неутрални, има някои, които са станали вредни в нашия нов, модерен живот. Има няколко гена, които нашите неандерталски роднини са принесли в нашия геном, които някога са били полезни, но сега могат да причинят проблеми. Един от тези гени позволява на кръвта ни да се съсирва бързо, полезна адаптация при същества, които често са били наранявани. При съвременните хора обаче бързо съсирващата се кръв може да причини образуването на кръвни съсиреци (тромби), които да застрашат живота. Изследователите откриха и друг ген, който може да причини депресия и неврологични разстройства и се задейства от смущения в циркадните ритми. Тъй като е малко вероятно неандерталците да са имали такива смущения в естествените си цикли на

сън, те може никога да не са експресирали този ген, но при съвременните хора, които могат да контролират околната среда, а начинът ни на живот нарушава нашите циркадни ритми, този ген се експресира често.

Поредното доказателство, че почти половината от неандерталския геном все още оцелява, разпръснат в малки количества сред почти всички съвременни хора, е изследване, проведено през 2021 г. То показва, че ние носим общи гени, свързани с много процеси – от окосмяването до метаболизма на мазнините. Много от тях изглежда са свързани с имунната система и влияят на риска от развитие на заболявания, включително лупус, болест на Крон и диабет. Две скорошни публикации предполагат, че COVID-19 също принадлежи към този списък. Две дълги последователности от ДНК, и двете унаследени от неандерталците, изглежда придават резистентност или податливост към тежък COVID-19, в зависимост от това коя последователност е унаследена.

Предстоят още много изследвания на неандерталския геном и сравнението му с този на съвременния човек. В търсене на приликите и разликите между тези две популации се дава отговор на въпросите, свързани с еволюционните процеси, протекли, за да се запази нашият вид до днес. Откриването на различни патогенни състояния и мутации, техните еволюционни промени при двата вида, показват приспособителния характер на видовете. Докато древните хора и неандерталците са умирали от определени заболявания, то при съвременните хора съществува превенция и лечение на голяма част от тях, което води и до удължаване на живота. ■

НОВИНИ ОТ НАУКАТА

Морските водни гъби се самоочистват
чрез „кухане“



Известно е, че водните гъби са едни от най-древните и примитивни животни, появили се на нашата планета още преди около 890 милиона години. Поради особеното устройство на тялото им и неподвижния начин на живот върху дъното на морето или на сладководните басейни, те дълго време – почти до XVII век, са приемани за водни растения. Даже и бащата на съвременната класификация на организмите Карл Линей (лат. Carolus Linnaeus), в първите си опити за създаване на тази класификация в началото на XVIII в., също ги е поставил в царството на растенията – *Plantae*. Но по-подробните изследвания на тези странни водни обитатели през XVIII в. показали, че те са примитивни двупластни организми, които имат хетеротрофен начин на хранене и са поставени от Робърт Грант (Robert

Edmond Grant) през 1836 г. в основата на класификацията на животните като отделен тип с научното име *Porifera* или „Водни гъби“ на български език. Днес вече са известни около 10 000 вида водни гъби, огромната част от които живеят в моретата и океаните, главно в крайбрежията с топли води и съперничат по разнообразие и красота на морските корали.

Тялото на повечето морски водни гъби има формата на чаша или ваза, заловена с основата си за морското дъно, с един или няколко отвора на горния край. Тялото на животните е образувано само от 2 пласта клетки – външен или ектодерма и вътрешен или ендодерма, а между тях е разположено различно дебела безструктурна маса – мезоглея. Ектодермата има основно защитна и формообразуваща функция, а ендодермата е покрита с

множество специални клетки с якички и камшичета, които участват в храненето. Интересно е, че странично през тялото и мезоглеята на водните гъби има стотици каналчета с отвори или пори към външната среда, които водят към вътрешната празнина на тялото, наречена оскуларна. Водата навлиза в тази празнина през външните пори и излиза отново чрез отвора на горния край на тялото, наречен оскулум. Навлизането на водата през множеството странични отвори (пори) и напускането ѝ през оскулума се осъществява от постоянното действие на хилядите камшичета на специални клетки с якички и камшичета, разположени по вътрешната повърхност на телесната празнина, известни в зоологията като хоаноцити.

Всички водни гъби се хранят с бактерии, микроскопични водорасли, едноклетъчни животни (протозои), рядко и с по-едри микроскопични многоклетъчни – червеи, ракообразни и др., които навлизат с водата през страничните пори на тялото и се улавят от клетките (хоаноцитите) на ендодермата. Чрез движението на камшичетата на тези клетки и улавянето на бактериите, протозоите и другите хранителни частици, водата с отпадъците и други ненужни вещества в нея се изхвърля през отвора (оскулума) отново навън, за да постъпят нови порции вода с хранителни частици в тях. Доскоро се приемаше, че това е единственият начин за освобождаване на животните от хранителни остатъци и нежелани външни органични и неорганични частици. Поради този начин на филтриране и усвояване от водните гъби на

огромни количества бактерии и други водни организми, между които и различни патогени, гъбите се считат за едни от основните биологични пречистватели на морските води. А морският биолог г-р Джон Хупър (Dr John Hupper) даже определя водните гъби като „...най-добрите прахосмукачки на морето“

През м. август 2022 г., в известното научно списание *Current Biology*, екип учени от университети в Амстердам и Канада съобщават, че водните морски гъби използват и един друг ефективен начин за „промиване“ и освобождаване от замърсяване с неорганични частици и отпадъци на техните входящи странични пори, входящите канали и вътрешната си празнина. Те определят този начин като перидично „кухане“ (sneezing) на животните, при което се прочистват основно външните пори и входящите канали от нежелани натрупвания и запушвания. Учените установили и заснели на видеофилми, че перидически водните гъби отделят и чрез бавно свиване на тялото си „продухват“ с отделена от клетките слуз техните входящи пори и канали. Тези свивания или „кухания“ се извършват през различни интервали – от 20 до 50 минути, а отделената слуз остава около тялото на гъбите. Според авторите около водните гъби почти винаги съжителстват и множество различни гребни видове риби, които вероятно приемат като храна изхвърлената слуз с органични остатъци в нея. Подобно твърдение обаче се нуждае от по-специални допълнителни изследвания и доказателства.

По Science News