Нейрохимия мозга как драйвер эволюции человека

В статье, опубликованной в журнале PNAS, обсуждается роль, которую сыграла в эволюции человека нейрохимия мозга. Авторы выдвигают гипотезу, что нейрохимические изменения в одной из подкорковых структур мозга – в стриатуме – способствовали социальности, эмпатии, кооперации. моногамии, что, наряду с параллельным развитием новой коры, привело к специфически человеческим чертам поведения и в конечном счете создало условия для возникновения языка. То есть, нейрохимия послужила одним из важнейших драйверов формирования *Homo*.

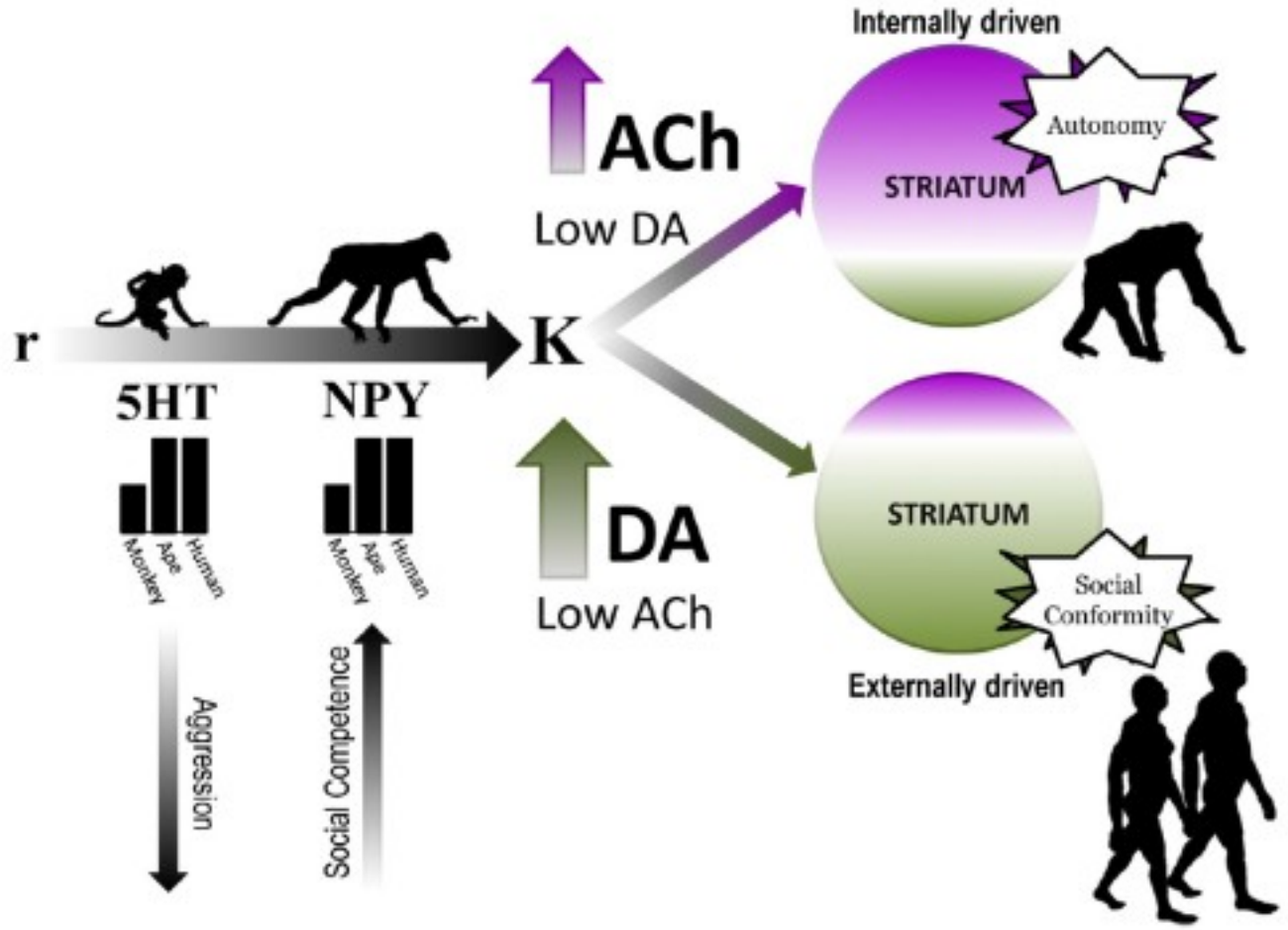
Стриатум, или полосатое тело, это довольно крупная подкорковая область, связанная многочисленными нейронными связями с новой корой. Раньше считали, что стриатум задействован в основном в организации двигательного поведения, но потом обратили внимание, что некоторые его области активируются в процессе когнитивной работы мозга. Оказалось, что стриатум играет ведущую роль в социальном поведении, в чувствительности к «социальным ключам», считывая которые человек соотносит свое поведение с поведением окружающих. Эта способность — важнейшее условие для жизни в обществе.

Показано, что эти свойства стриатума зависят от концентрации в нем нейромедиаторов (веществ, которые химически передают нервный сигнал в месте контакта нейронов) – дофамина, ацетилхолитна, сенротонина. В экспериментах на животных, манипулируя этими нейромедиаторами, можно усиливать или ослаблять пластичность поведения в ответ на внешние стимулы. Исследования на человеке с помощью функциональной матнитно-резонансной томографии показали, что низкий уровень серотонина в стриатуме сопровождается импульсивностью, вспышками агрессии. Низкий уровень дофамина в стриатуме лишает человека испытывать удовольствие от общения с окружающими, это характерно для аутистов.

Авторы исследования измерили уровень важнейших нейромедиаторов в стриатуме человека и других приматов: шимпанзе, гориллы, бабуина, макака и капуцина.

Оказалось, что высокий уровень серотонина отличает мозг человека и человекообразных обезьян от мозга мартышек. Это повышает контроль над эмоциями, снижает агрессию, увеличивает число положительных контактов и способствует кооперации членов группы. То же касается нейропептида Y, который также высок у человека и антропоидов. Человек отличается от всех других приматов высоким уровнем дофамина (в медиальном хвостатом ядре – части стриатума). Эта структура включена в систему подкрепления мозга, высокий уровень дофамина в ней способствует тому, что человек испытывает удовольствие от общения с себе подобными. Уровень дофамина здесь связан также с моногамией. Кроме того, косвенно, эта часть мозга имеет отношение к речи – она изменена у людей с мутацией гена *FOXP2*, приводящей к речевым проблемам. А вот уровень ацетилхолина в стриатуме у человека ниже, чем у других приматов. Это, со своей стороны, способствует снижению агрессии, увеличению доброжелательности и повышению чувствительности к социальным ключам от окружающих.

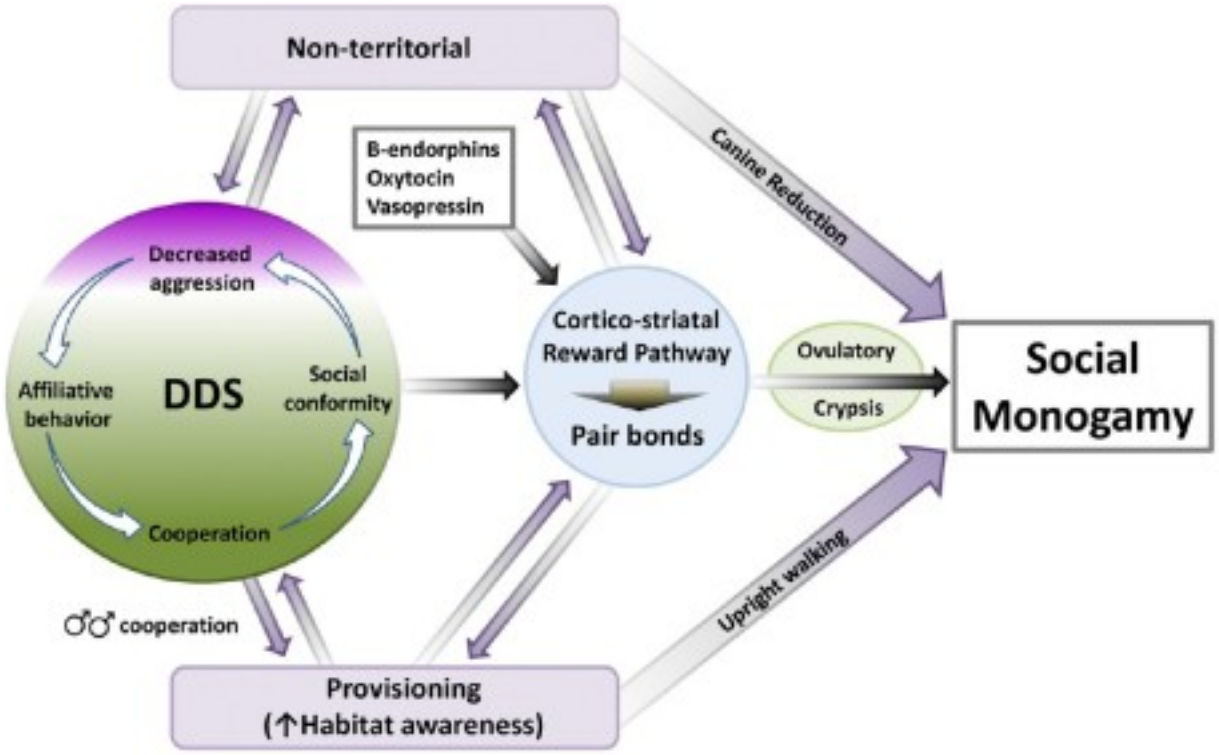
Таким образом, человек обладает уникальным нейрохимическим профилем стриатума: высокий серотонин, высокий нейропептид Y (NPY), высокий дофамин и низкий ацетилхолин. На рисунке авторы представили схему того, как этот нейрохимический профиль приводит к специфическому «человеческому» поведению.



Схема, показывающая влияние нейрохимического профиля в стриатуме на поведение. Уровень серотонина (5 HT) увеличивается от мартышек (Monkey) к антропоидам (Ape) и человеку. У антропоидов при этом высокий ацетилхолин (Ach) и низкий дофамин (DA), их поведение более автономно. У человека высокий дофамин (DA) и низкий ацетилхолин (Ach), его поведение социально ориентировано.

Авторы работы предполагают, что отбор на такой нейрохимический профиль стриатума происходил еще на стадии ранних гоминид. Он сопровождался некоторыми анатомическими изменениями и изменениями в поведении. Так, у ардипитеков, которые на эволюционной линии предшествовали австралопитекам, уменьшались клыки, что свидетельствовало о снижении агрессивности. Важнейший этап антропогенеза – переход к прямохождению. По поводу механизмов его возникновения существует много гипотез. Хотя этот способ энергетически затратен и потенциально опасен, он дает массу преимуществ. Авторы считают, что одним из преимуществ освобождения рук стала возможность переносить пищу. Так, самцы, добывающие пищу, могли приносить ее самкам в обмен на копуляцию с ними. Это укрепляло связи между полами и способствовало возникновению моногамной семьи, в которой самка имела возможность длительно заботиться о потомстве.

На следующем рисунке авторы представили свою гипотезу о нейрохимии стриатума как драйвере эволюции поведения человека.



Схема, связывающая нейрохимию стриатума и изменения в поведении и анатомии по «человеческому» типу.

Дофамин-доминирующий стриатум (DDS) определяет сниженную агрессию, кооперацию, подкрепление социальных связей и аффилиативное (дружелюбное) поведение. Это приводит к смене территориального поведения на внетерриториальное, способствует прочным связям в парах (pair bonds), в которых самец обеспечивает самку пищей (provisioning). Важные анатомические изменения: редукция клыков у самцов, переход к прямохождению. Что касается самок, то у них исчезает демонстрация состояния овуляции (ovulatory crypsis), так как в постоянных парах это не нужно. Все это выражается в развитии социальной моногамии как типа поведения человека.

Таким образом, авторы гипотезы считают, что нейрохимические изменения в стриатуме, возникшие еще на стадии ардипитеков, были подхвачены отбором, так как приводили к репродуктивным преимуществам, которые давали развитая социальность, кооперация и моногамность. В том же русле развивалась лицевая мимика и параллельно шло увеличение и развитие новой коры мозга. На этой базе создались условия для возникновения языка, с которым социальность человека поднялась на новый уровень.

текст Надежды Маркиной

Источник:

A neurochemical hypothesis for the origin of hominids

Mary Ann Raghanti et al.

PNAS 2018; published ahead of print January 22, 2018,

https://doi.org/10.1073/pnas.1719666115

Статью можно скачать здесь Raghanti ea ’18 — Dopamine & human evolution