

Островская Т. И.

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИСТОГЕНЕТИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ НЕРВНОЙ ТКАНИ КОРЫ БОЛЬШИХ ПОЛУШАРИЙ В
РАННЕМ ЭМБРИОГЕНЕЗЕ ЧЕЛОВЕКА**

*Белорусский государственный медицинский университет,
г. Минск, Республика Беларусь*

Установлены закономерности развития клеточных популяций нервной ткани коры на ранних этапах эмбриогенеза человека.

Ключевые слова: кариометрические характеристики, нервная ткань, человек.

Ostrovskaya T. I.

**MATHEMATIC MODEL OF HISTOGENETIC PROCESSES OF CORTEX
NERVOUS TISSUE IN EARLY HUMAN EMBRYOGENESIS**

Belarusian State Medical University, Minsk, Republic of Belarus

The peculiarities of development of cortex nervous tissue cells populations in early stages of human embryogenesis are revealed.

Key words: cariometric characteristics, nervous tissue, human.

Современная интерпретация морфологических фактов практически немислима без применения методов математического анализа. Использование количественных характеристик в изучении гистогенетических процессов поднимает возможности их обобщения на качественно новый уровень понимания закономерностей этих сложнейших процессов [1,5].

Целью данного исследования явилось: изучение кариометрических характеристик клеточных популяций закладки коры больших полушарий у зародышей человека, выявление закономерностей гистогенеза нервной ткани на ранних этапах развития и установление корреляционных взаимосвязей между различными количественными параметрами, характеризующими клеточные популяции.

В качестве критериев оценки степени протекания гистогенетических процессов в различных клеточных популяциях нервной ткани предложены

изменения величины и формы ядер. Используются информационные критерии - энтропия и избыточность, с помощью которых можно характеризовать уровень дифференцировки клеточных структур в процессе онтогенеза [3].

Для исследования взаимосвязи и взаимозависимости между морфометрическими параметрами применен корреляционный анализ, позволяющий выявить корреляционную структуру закладки коры в ее динамике, проявляющуюся изменением числа, силы и направленности взаимосвязей между отдельными признаками, а также изменением показателей интеграции и лабильности системы.

Материал и методы. В возрастной динамике изучена ассоциация кариометрических характеристик (площадь, логарифм площади, периметр, фактор формы и элонгация) различных клеточных популяций нервной ткани закладки коры у 25 зародышей человека с 33 суток до 8,5 недель внутриутробного развития, полученных при медицинских абортах.

Исследованы различные функциональные зоны матрикса на предмет возможного выявления качественных эквивалентов их детерминированности к формированию нейронов и глиоцитов корковой пластинки.

Информационный анализ включал вычисление показателей энтропии (H) и избыточности (I) для ядер различных клеточных популяций закладки коры. Между морфометрическими признаками с помощью стандартных программ для ПЭВМ рассчитывались парные коэффициенты корреляции Пирсона (R) и строились корреляционные плеяды.

Результаты исследования и их обсуждение. Анализ вариационных кривых кариометрических показателей клеток различных зон матрикса выявил их колебательный характер. Колебательные изменения организации клеточных популяций нервной ткани на ранних этапах эмбриогенеза могут расцениваться как адаптивные, приводящие к появлению новых свойств развивающейся нервной ткани. Вместе с тем, подобный тип вариационных кривых может свидетельствовать о дискретности организации матричной зоны в виде локусов

нейрогенеза, каждый из которых формирует вертикальную колонку клеток [4].

Соотнесение динамики морфометрических параметров с динамикой корреляционной структуры позволило установить определенные неслучайные взаимоотношения на некоторых этапах онтогенеза, что дает основание выделить периоды качественных и количественных изменений. Так, периоды наибольшей митотической активности выявлены на 37 и 52 сутки внутриутробного развития.

Анализ корреляционной структуры связей клеток различных частей матричной зоны выявил их количественные (по численности) и качественные (между разными морфометрическими параметрами) изменения. Число достоверных связей между разными морфометрическими показателями на ранних этапах онтогенеза колеблется в небольших пределах. Часть корреляционных связей прослеживается во все сроки развития. К таким связям относятся взаимосвязи между площадью ядер и периметром, площадью ядер и малым и большим диаметром, элонгацией и большим диаметром. Наряду с положительными связями наблюдаются и обратные взаимозависимости, однако они не являются преобладающими. Очевидно, постоянно встречающиеся связи можно рассматривать как основные, системообразующие связи, которые обеспечивают формирование корреляционной структуры признаков в системе [2].

Отмечено значительное увеличение количества достоверных связей в популяции клеток внутренней части матричной зоны у 37-дневных зародышей человека (табл. 1А). Мощность системы связей (0.584) и показатель интеграции системы (89.3) – самые высокие на этой стадии. Избыточность составляет 25.6%, что свидетельствует о надежности функционирования системы. Учитывая большую морфологическую однородность клеточных ядер по площади и по форме при нарастании их диаметра на данном этапе развития можно думать о высоком уровне интегративных процессов в системе, направленных на подготовку системы к приобретению новых свойств. На этой

стадии отмечается активная пролиферация клеток с их подготовкой к дифференцировке в двух направлениях - в направлении нейробластов и глиобластов.

Таблица 1

Количественная характеристика системы связей клеточных популяций внутренней (А), наружной (В) частей матричной зоны и корковой пластинки (С) закладки коры лобной доли.

А

Признаки системы связей	Характеристика развития				
	15 ст.	16 ст.	19 ст.	21 ст.	23 ст.
Число достоверных связей в системе (ЧДС)	21	25	21	20	21
Мощность системы связей (МСС)	0.523	0.584	0.528	0.571	0.539
Индекс направленности связей (ИНС)	0.647	0.647	0.473	0.647	0.750
Энтропия системы связей (Н)	3.735	3.267	3.669	3.294	3.509
Показатель интеграции системы (ПИ)	75.0	89.3	75.0	71.4	75.0
Показатель лабильности системы (ПЛ)	25.0	10.7	25.0	28.6	25.0
Избыточность (И)	14.94	25.61	16.47	24.99	20.12

В

Признаки системы связей	Характеристика развития				
	15 ст.	16 ст.	19 ст.	21 ст.	23 ст.
Число достоверных связей в системе (ЧДС)	20	20	22	21	13
Мощность системы связей (МСС)	0.537	0.501	0.599	0.577	0.437
Индекс направленности связей (ИНС)	0.647	0.647	0.647	0.647	0.474
Энтропия системы связей (Н)	3.396	3.450	3.508	3.366	3.053
Показатель интеграции системы (ПИ)	71.4	71.4	78.6	75.0	46.4
Показатель лабильности системы (ПЛ)	28.6	28.6	21.4	25.0	53.6
Избыточность (И)	22.67	21.45	20.12	23.37	30.49

С

Признаки системы связей	Характеристика развития				
	15ст.	16ст.	19 ст.	21 ст.	23 ст.
Число достоверных связей в системе (ЧДС)	-	-	21	18	21
Мощность системы связей (МСС)	-	-	0.576	0.505	0.552
Индекс направленности связей (ИНС)	-	-	0.647	0.867	0.647
Энтропия системы связей (Н)	-	-	3.468	3.379	3.437
Показатель интеграции системы (ПИ)	-	-	75.0	64.3	75.0
Показатель лабильности системы (ПЛ)	-	-	25.0	35.7	25.0
Избыточность (И)	-	-	21.05	23.07	21.74

В конце эмбрионального периода (59 сут.) на фоне колебательного характера корреляционных взаимодействий между различными морфометрическими параметрами ядер отмечается уменьшение числа достоверных связей на 40% по сравнению с предыдущей стадией (52 сут.) среди клеточных популяций наружной части матричной зоны (табл. 1В).

Изменяется сила связей, обратные связи из числа достоверных переходят в разряд вероятностных, растет показатель лабильности системы (53.6) при одновременном снижении показателя интеграции. На этом этапе развития наружная часть матричной зоны характеризуется дезорганизацией связей, по-видимому, отражающей функциональную неустойчивость системы, в которой в значительной мере выражены вероятностные свойства, позволяющие ей адаптироваться к появлению новых свойств развивающейся нервной ткани.

В формирующейся корковой пластинке на ранних этапах развития число прямых и обратных достоверных связей колеблется в незначительных пределах, они являются преобладающими и составляют 75%. Система обладает высокими интегративными свойствами (ПИ-75.0; 64.3; 75.0) при невысоких показателях лабильности (табл.1С). Это может свидетельствовать о жесткой реализации программы, заложенной в геноме, и значительной устойчивости системы к различным воздействиям.

Заключение. Системный анализ организации клеточных популяций нервной ткани в закладке коры позволил выявить колебательный характер гистогенеза, проявляющийся в изменениях гетерогенности исследованных популяций, чередовании периодов ускорения и замедления их развития.

Соотнесение динамики морфометрических параметров с динамикой корреляционной структуры позволило установить определенные неслучайные взаимоотношения на некоторых этапах онтогенеза, что дает основание выделить периоды качественных и количественных изменений.

Корреляционный анализ ассоциации морфометрических признаков ядер клеточных популяций выявил постоянно встречающиеся взаимосвязи между различными кариометрическими характеристиками, которые рассматриваются как основные, системообразующие, обеспечивающие формирование корреляционной структуры признаков в системе [2]. Другие достоверные связи (как прямые, так и обратные) следует рассматривать как дополнительные, обеспечивающие системе возможности адаптации и подготовки к переходу на новые этапы развития.

Литература

1. Леонтьук, А.С. Проблемы количественной морфологии развивающегося организма/ А.С.Леонтьук // Количественная морфология развивающегося организма.- М.: 1998, С.5-8.
2. Леонтьук А.С. Направления математического моделирования гистогенетических процессов./ А.С.Леонтьук, Б.А.Слука, И.А.Мельников// Количественная морфология развивающегося организма.- М. 1998, С. 9-20.
3. Леонтьук А.С. Информационный анализ в морфологических исследованиях/ А.С.Леонтьук, Л.А.Леонтьук, А.И.Сыкало// Минск: Наука и техника, 1981. – С. 160 .
4. Резников К.Ю./ Количественный анализ мозаичного формирования нейронов в неокортексе и гиппокампе у мышей./ К.Ю.Резников, Г.Д.Назаревская,В.Е.Дерябин // Бюлл. exper. биол. и мед., - 1987, 103.- № 7, С. 735-738.
5. Славин Н.Б. Методы системного анализа в медицинских исследованиях ./ Н.Б.Славин. - М.: Медицина,1989, - 304 с.