

К.И. Гончарик

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ КЛКТ-АНАЛИЗ ПЛОТНОСТИ КОСТНОЙ ТКАНИ
ТВЕРДОГО НЕБА У ПАЦИЕНТОВ С РАЗЛИЧНЫМИ СТАДИЯМИ
МАТУРАЦИИ СРЕДИННОГО НЕБНОГО ШВА**

Научный руководитель: преп.-стажер А.С. Рубникович

Кафедра ортопедической стоматологии и ортодонтии

Белорусский государственный медицинский университет, г. Минск

K.I. Hancharyk

**COMPARATIVE CBCT ANALYSIS OF BONE DENSITY OF THE HARD PALATE
IN PATIENTS WITH DIFFERENT STAGES OF MATURATION OF THE MEDIAN
PALATAL SUTURE**

Tutor: trainee teacher A.S. Rubnikovich

Department of Orthopedic Dentistry and Orthodontics

Belarusian State Medical University, Minsk

Резюме. На основе КЛКТ-данных изучены матурация срединного небного шва и плотность кости твердого неба. Выявлена более ранняя оссификация шва у женщин. Стадия С сопряжена с ростом минерализации, позволяя применять методику расширения челюсти с опорой на мини-винты. Для первичной стабильности мини-винтов определена оптимальная зона - вдоль срединного небного шва до 6 мм дистальнее резцового отверстия.

Ключевые слова: срединный небный шов, матурация, скелетное расширение, временная опора, мини-винты.

Resume. Based on CBCT data, midpalatal suture maturation and hard palate bone density were investigated. Earlier suture ossification was identified in females. Stage C is associated with increased mineralization, enabling the use of mini-screw-assisted maxillary expansion. For optimal primary stability, the zone along the midpalatal suture up to 6 mm distal to the incisive foramen was determined.

Keywords: midpalatal suture, maturation, skeletal expansion, temporary anchorage, mini-screws.

Актуальность. Актуальность исследуемого анатомического комплекса определена широкий распространенностью трансверзальной недостаточности верхней челюсти, клинически сопровождающейся перекрестным прикусом в боковых отделах зубного ряда, скученностью зубов, нарушением дыхания в результате сужения дыхательных путей (необходимо дифференцировать случаи, в которых нарушение функции является причиной или следствием имеющихся нарушений) и нарушением эстетики [1, 2].

Современные протоколы скелетного расширения верхней зубной дуги, направленную на дистракцию срединного небного шва (MPS), включают методы медленного небного расширения (SPE), быстрого небного расширения (RPE), быстрого небного расширения с опорой на мини-винты (MARPE), хирургически-ассистированное быстрое небного расширение (SAPRE), при этом выбор того или иного метода должен быть основан на оценке индивидуальной клинической картины матурации MPS и плотности прилежащей костной ткани с целью составления наиболее эффективного и приемлемого для пациента плана лечения [3, 4].

Цель: определить паттерны изменения плотности костной ткани твердого неба на разных стадиях матурации MPS в различных поло-возрастных группах

Задачи:

1. Количественно и качественно оценить анализируемые параметры исследуемой анатомической области на изображениях, полученных методом конусно-лучевой компьютерной томографии (КЛКТ).
2. Провести статистический анализ полученных данных.
3. Интерпретировать полученные результаты в контексте клинической практики врача-стоматолога-ортодонта

Материалы и методы. Основным методом визуализации в рамках исследования являлась КЛКТ. Исследуемая выборка была сформирована на базе архива диагностических данных учреждения здравоохранения «Республиканский клинический стоматологический центр – Университетская клиника» и включила 107 пациентов: 54 женщины (50,47%) и 53 мужчины (49,53%). Для обеспечения комплексной оценки возрастной динамики морфологических изменений срединного небного шва и структуры твердого неба в исследование были включены пациенты широкого возрастного диапазона – от 6 до 81 года. Средний возраст участников на момент исследования составил $30,10 \pm 20,70$ лет.

Скелетная зрелость MPS оценивалась в соответствии с классификацией Angelieri et al. (2013), выделяющей 5 последовательных стадий (A, B, C, D, E). Аналитическая матрица твердого неба включала 30 ячеек, каждая размером 3×4 мм (площадь ячейки – 12 мм^2). Сетка была структурирована в виде пяти рядов по сагиттальной оси и шести рядов по трансверзальной оси. Общий размер карты плотности составил 18 мм в ширину и 20 мм в длину (360 мм^2). Коронарные срезы использовались для количественный анализ плотности костной ткани в шести последовательных точках, расположенных с интервалом 4 мм вдоль срединно-сагиттальной линии. Денситометрическая оценка выполнялась с помощью инструмента «ROI».

Результаты и их обсуждение. В исследуемой выборке были представлены 5 последовательных стадий матурации MPS. Средний возраст пациентов, у которых определялась стадия A в группе мужчин и женщин составил $8,25 \pm 1,50$ и $7,67 \pm 1,53$ лет соответственно, аналогично для стадии B – $13,00 \pm 4,58$ и $11,63 \pm 2,04$ лет, стадии C – $18,00 \pm 5,00$ и $17,71 \pm 6,02$ лет, стадии D – $28,21 \pm 10,94$ и $19,67 \pm 1,53$ лет, стадии E – $42,33 \pm 19,06$ и $44,50 \pm 19,65$ лет.

Полученные результаты указывают на более раннее начало и завершение процессов оссификации MPS у женщин по сравнению с мужчинами. Данная тенденция согласуется с общими закономерностями полового диморфизма в темпах скелетной зрелости и должна учитываться при планировании ортодонтического лечения, особенно при выборе методов расширения верхней челюсти.

Особый клинический интерес представляют пациенты, у которых стадия матурации MPS не соответствует ожидаемой для их хронологического возраста. В подобных случаях потенциально возможно проведение дистракции MPS с использованием менее инвазивных ортодонтических методик, что может позволить

избежать хирургического вмешательства и повысить приемлемость лечения для пациента. Индивидуальная вариабельность степени оссификации MPS свидетельствует о возможности расширения показаний к консервативному расширению верхней челюсти даже в старших возрастных группах.

В исследуемой выборке стадия В была зафиксирована у пациента 17 лет, что соответствует периоду продолжающейся незавершенной оссификации. Стадия С определялась у мужчины 25 лет и женщины 29 лет, что свидетельствует о сохранении частичной проходимости шва в возрасте, традиционно рассматриваемом как пограничный для неинвазивного расширения. Стадия D характеризовалась большей продолжительностью у мужчин и выявлялась вплоть до 48 лет, что указывает на пролонгированное течение процессов оссификации в мужской группе.

С клинической точки зрения при выборе метода лечения трансверзальных нарушений на верхней челюсти необходимо определить возможность воздействия на MPS с учетом его оссификации. Определение последнего осуществимо с использованием методов логистической регрессии. С учетом размера выборки была выбрана бинарная функция логистической регрессии, позволяющая дифференцировать переход системы из одного состояния (MPS не сращен, что соответствует стадиям А, В, С) в другое (MPS облитерирован, что соответствует стадиям D, E) (рис. 1).

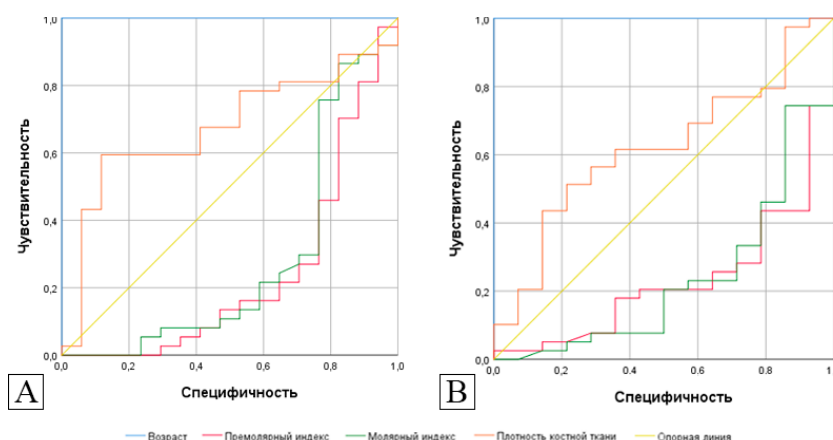


Рис. 1 – ROC-кривая диагностических факторов, определяющих оссификацию MPS:
А – у мужчин, В – у женщин

В обеих группах, как у мужчин, так и у женщин, возраст продемонстрировал абсолютную диагностическую значимость ($AUC=1,00$; $p<0,001$). Это свидетельствует о том, что в рамках данной выборки хронологический возраст является надежным классификатором состояния шва. Однако, с биологической точки зрения, такая высокая корреляция указывает на то, что возраст выступает основным кумулятивным маркером скелетного созревания, поглощающим влияние других переменных. В группе женщин коэффициент $\beta=0,499$ ($p=0,009$) соответствует отношению шансов (OR) 1,648, у мужчин – коэффициент $\beta=0,439$ ($p=0,020$), OR 1,551. Представленные данные свидетельствуют, что при увеличении возраста на каждый один год шансы на оссификацию MPS возрастают на 64,80% и 55,10% соответственно.

Анализируя представленные данные, возраст является основополагающим из исследуемых параметров предиктором оксификации MPS у обоих полов. Премолярный и молярный индексы, плотность костной ткани в данном случае можно с осторожностью рассматривать исключительно в качестве модификаторов последнего.

Статистический анализ кривых логистической регрессии оксификации MPS позволил выделить критический транзитный период матурации MPS. Установленный диапазон вероятности от 0,25 до 0,75 соответствует участку сигмовидной кривой с максимальной степенью наклона, что характеризует фазу наиболее активных морфологических изменений в структуре шва. В этом интервале прогнозирование статуса оксификации на основании исключительно хронологического возраста становится стохастическим, представляя собой «серую зону» клинической диагностики. Согласно полученным данным, этот период неопределенности охватывает возрастной интервал от 16,09 до 21,31 лет у женщин и от 17,48 до 22,35 лет у мужчин.

Выявленный половой диморфизм сроков оксификации (с медианным смещением в среднем на 1–1,4 года у мужчин в сторону более позднего созревания) демонстрирует корреляцию с общебиологическими паттернами скелетного развития. Известно, что пик пубертатного роста и последующее закрытие зон роста у женщин наступают раньше, что находит отражение и в динамике минерализации швов костей лицевого скелета. С клинической точки зрения, обнаруженное смещение возрастных порогов у мужчин формирует более широкое «терапевтическое окно» для реализации методов неинвазивного или малоинвазивного расширения верхней челюсти. Это позволяет предположить, что в возрастном промежутке от 18 до 22 лет мужчины могут оставаться более благоприятными кандидатами для аппаратного по сравнению со сверстницами.

Стадии матурации срединного небного шва (А-Е) у мужчин характеризуются динамическими изменениями паттернов плотности костной ткани твердого неба по данным КЛКТ. На стадии А отмечается низкая средняя плотность (<200 НУ) в латеральных отделах, тогда как в дистальных участках она составляет 300-400 НУ, при этом характерна неоднородная минерализация с очагами повышенной плотности по периферии. Далее, на стадии В, наблюдается поляризация минерализации, где в дистальных отделах плотность возрастает до 400-500 НУ, но в проксимальных отделах она снижается по сравнению с предыдущей стадией. Стадия С характеризуется средней плотностью 400-600 НУ и специфическим паттерном, при котором показатели плотности в области самого шва оказываются ниже, чем в прилежащих парамедианных зонах. К стадии D средняя плотность превышает 500 НУ, шов и окружающая кость становятся слабо дифференцированными, и отмечается интенсивная минерализация непосредственно в проекции MPS. Завершающая стадия Е представляет собой полную оксификацию, формируя гомогенный паттерн распределения высокой плотности костной ткани по всей площади твердого неба.

У женщин стадии матурации срединного небного шва (А-Е) также демонстрируют специфические изменения плотности костной ткани твердого неба по данным КЛКТ. На стадии А наблюдается гетерогенный паттерн: в переднем сегменте преобладают низкие значения BMD (<200 НУ), в парамедианных зонах показатели также невысоки, а в

дистальном отделе отмечается повышение до 400 НУ. На стадии В происходит поляризация плотности, где минерализация в дистальных отделах растет до 300-500 НУ, в то время как в проксимальном отделе (S1-S2) наблюдается снижение плотности относительно стадии А. Стадия С характеризуется общим ростом минерализации с пиком в проксимальном отделе, при этом плотность в проекции самого шва несколько ниже окружающих зон. Далее, на стадии D, происходит расширение зоны минерализации, и в парамедианных областях плотность достигает 500-600 НУ, хотя в проекции MPS (особенно в переднем отделе) значения остаются несколько ниже. Завершающая стадия Е демонстрирует инверсию паттерна, когда общие показатели плотности снижаются, а зона максимальной минерализации смещается непосредственно в проекцию облитерированного шва.

Выводы. Процессы матурации срединного небного шва (MPS) и минерализации прилежащей костной ткани твердого неба протекают синхронно, образуя динамическую нелинейную систему. Этот процесс характеризуется выраженной тенденцией направления вектора развития в переднем направлении вдоль MPS. На стадии С матурации, которая обычно наблюдается в возрасте от 12 до 14 лет, отмечается прогрессивный рост минеральной плотности костной ткани (BMD). Достигаемые значения BMD на данном этапе позволяют обеспечить удовлетворительную первичную стабильность при установке мини-винтов. Тем не менее, выбор данной методики имплантации в этот период требует тщательной диагностики и клинической оценки потенциальных рисков, связанных с продолжающейся активной фазой минерализации. Оптимальной позицией для установки мини-винтов, согласно полученным данным, является область вдоль срединного небного шва (MPS), расположенная в пределах 6 мм дистальнее резцового отверстия, на расстоянии 8 мм от края резцов. Данная локализация представляется наиболее благоприятной с точки зрения достижения надежной первичной фиксации мини-имплантатов в условиях продолжающейся минерализации и роста костной ткани.

Литература

1. Is there a difference in mid-palatal suture density after rapid maxillary expansion, surgically assisted rapid maxillary expansion, and miniscrew-assisted rapid palatal expansion? A systematic review and meta-analysis / Figueiredo L. M. [et al.] // *Applied Sciences*. – 2023. – № 19. – P. 1–20. – DOI: 10.3390/app131910841.
2. Skeletal and alveolar changes in conventional rapid palatal expansion and miniscrew-assisted rapid palatal expansion: a CBCT study / Chun J.-H. [et al.] // *BMC Oral Health*. – 2022. – № 114. – P. 1–15. – DOI: 10.1186/s12903-022-02138-w.
3. Midpalatal suture bone repair after miniscrew-assisted rapid palatal expansion in adults / Naveda R. [et al.] // *Progress in Orthodontics*. – 2022. – № 35. – P. 1–12. – DOI: 10.1186/s40510-022-00431-6.
4. Midpalatal suture maturation method for the assessment of maturation before maxillary expansion: a systematic review / Shayani A. [et al.] // *Diagnostics*. – 2022. – № 11. – P. 1–18. – DOI: 10.3390/diagnostics12112774.