

Goran Markic\*, Lukas Müller\*, Raphael Patcas\*, Malgorzata Roos\*\*, Nina Lochbühler\*\*\*, Timo Peltomäki\*\*\*\*, Christoph A. Karlo\*\*\*, \*\*\*\*\*, Oliver Ullrich\*\*\*\*\* and Christian J. Kellenberger\*\*\*

\*Клиника ортодонтии и детской стоматологии, Центр стоматологии, Университет Цюриха, Цюрих, Швейцария, \*\*Отдел биостатистики, Университет Цюриха, Швейцария, \*\*\* Департамент диагностических исследований, госпиталь детского Университет, Цюрих, Швейцария, \*\*\*\* поликлиника заболеваний зубов и полости рта, стоматологический и челюстно-лицевой блок, госпиталь Университета Тампере и департамента отоларингологии, Университет Тампере, Финляндия, \*\*\*\*\*институт диагностической и интернациональной радиологии, Университетская клиника Цюриха, Швейцария, \*\*\*\*\*Институт анатомии медицинского факультета, Университет Цюриха, Швейцария

## ОЦЕНКА ДЛИННЫ ВЕТВИ НИЖНЕЙ ЧЕЛЮСТИ И МЫШЦЕЛКОВОГО ОТРОСТКА: СРАВНЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ ОПТГ, КЛКТ, КТ, МРТ И ТРГ

Печатается по разрешению журнала *European Journal of Orthodontics*, 2014, 1–9

### Введение

Мыщелковый хрящ основной участок роста на нижней челюсти, что делает его основным фактором успеха для лечения молодых ортодонтических паци-

ентов. Изменения длинны ветви нижней челюсти и мыщелкового отростка или отображение мандибулярного роста [1–4] или патологический процесс в височно-нижнечелюстном суставе [5].

Ювенильный идиопатический артрит (ЮИА) наиболее распространенное ревматическое заболевание в детском возрасте [6], с общемировой распространенностью один из 1000 детей [7]. Поэтому, большинство ортодонтических практик ожидают столкновения с ЮИА у пациента каждые 3–4 года. ЮИА может серьезно повредить все вовлеченные в процесс суставы и может вызвать короткий или долгий период инвалидности [8]. Все синовиальные суставы, включая ВНЧС сустав, могут быть задеты [9–12, 5]. Степень вовлечения в процесс ВНЧС у пациентов с ЮИА варьируется от 17 до 87 процентов в зависимости от метода обследования и обследованного населения [10, 13, 14]. Последние исследования, основывающиеся на магнитно-резонансной томографии (МРТ), показали степень вовлечения ВНЧС на 63–75% и эти результаты находили, как правило у пациентов без клинических симптомов [15, 16].

Артрит ВНЧС приводит к жевательной дисфункции и нарушению роста нижней челюсти [17–21], в результате черепно-лицевые дисморфологии и патологии прикуса [22–25], в том числе постериальная ротационная ретрогнатия нижней челюсти с общей небольшой величиной, как правило, в комбинации с II классом I подклассом с увеличенным сагиттальным зазором и передним открытым прикусом [21, 23, 26–28]. Односторонний артрит ВНЧС встречается в 40–50% случаев [9, 11] и может приводить к лицевой и зубной асимметрии [11, 29], что повышает длительность заболевания [11, 29–32]. Потому что клинические симптомы ВНЧС артрита проявляются незначительно или не проявляются, ортодонт может первым выявить ЮИА и в дальнейшем принимает участие в междисциплинарном лечении этих пациентов.

Мыщелковый рост — важный показатель для успеха лечения.

### Материалы и методы

Восемь интактных человеческих черепов (5 женских, 3 мужских; возраст варьируется от 65 до 95 лет) были полу-

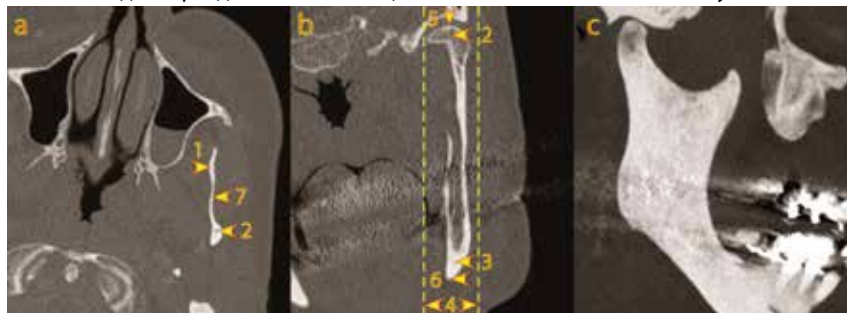


Рис. 1. Пример данных 3Д компьютерной томографии, полученных с помощью проекции максимальной интенсивности и многоплоскостного переформатирования с использованием трех ортогональных плоскостей (а-с). Ориентация (положение) среза (с), который использовался для линейных измерений был стандартизирован с целью создания точки пересечения центра венечного отростка (1), мыщелкового отростка (2) и гониального угла (3). Толщина (4) среза (с) определялась как наименьшая толщина в случае которой также учитывалась наиболее высокая краниальная мыщелковая точка (5), каудальная гониальная точка (6), и наиболее глубокая точка вырезки нижней челюсти (7)

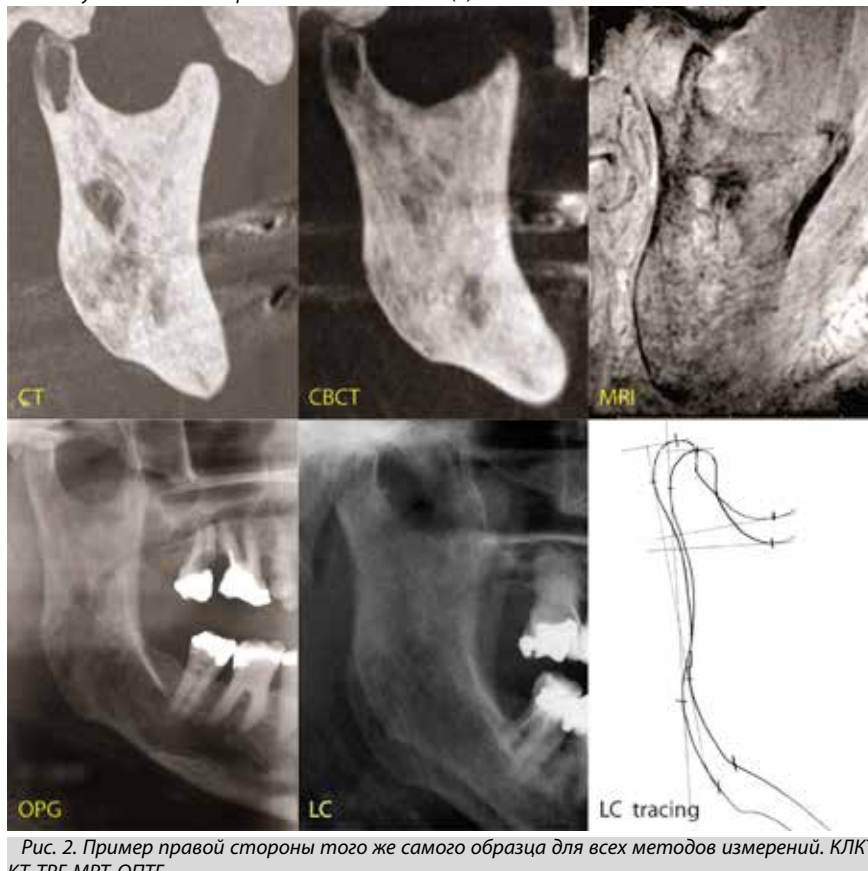


Рис. 2. Пример правой стороны того же самого образца для всех методов измерений. КЛКТ, КТ, ТРГ, МРТ, ОПТГ

ченны из волонтерской донорской программы местного института анатомии на основе информационного соглашения с городскими и федеральными нормативно-правовыми актами конвенции по медицине и правам человека [45], и рекомендациями национальной академии медицинских наук. Через 4 дня после смерти, проводились перфузии в человеческие головы с раствором, состоящим из двух частей спирта (70%), одной части глицерина и 2% алмудора (состав: 8,1% формальдегида, 10% глиоксала, 3,7% глутаральдегида).

Получение данных изображений

Для каждой человеческой головы, цифровые данные КЛКТ, КТ, МРТ, и ОПТГ, были получены и проводилось аналогичное ТРГ. В случае необходимости процедура повторялась до получения высокого качества.

### Анализ данных изображения

С комплектов 3D снимков (КТ, КЛКТ и МРТ), проекция изображений ветви

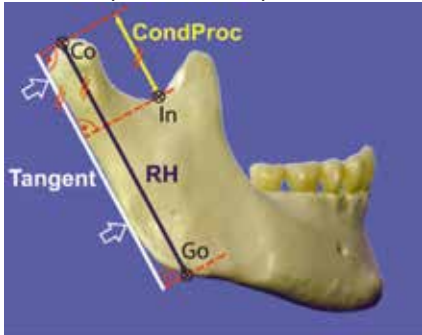


Рис. 3. Строение, а также оба линейных измерения [высота ветви нижней челюсти (RH) и мыщелкового отростка (CondProc)] проводились параллельно касательной проведенной по задней границе ветви: Высота ветви нижней челюсти (RH): измеряется между наиболее выступающей краниальной точкой мыщелкового отростка (Co) и точкой пересечения с нижней границей ветви (Go). Мыщелковый отросток (CondProc): Измеряется между наиболее выступающей краниальной точкой мыщелкового отростка и самой нижней точкой вырезки нижней челюсти (In)

нижней челюсти и мыщелкового производились с помощью коммерчески доступного программного обеспечения для обработки изображений используя максимально интенсивную проекцию для данных КТ и КЛКТ и минимально интенсивную проекцию для данных МРТ. Направление проекции изображений были стандартизированы таким образом, чтобы они пересекали центр мыщелкового отростка, венечного отростка и гониального угла (рис. 1). Толщина среза определялась как самая маленькая толщина для наиболее краниально расположенных мыщелковых точек, наиболее нижней гониальной точки и наиболее глубокой точки вырезки нижней челюсти (рис. 1). Изображения проекций конечного результата, также, как и неизменившиеся 2D изображения ОПТГ, исследовались на диагностической рабочей аппаратуре с высоким разрешением (dx IDS5, Sectra PACS, Linköping, Swedes).

Аналоговые ТРГ начерчивались вручную с использованием 0,3 мм грифеля на листе 0,10 мм матовой бумаги.

Примеры точно таких же образцов правой стороны всех диагностических изображений представлен в рис 2.

Два наблюдателя исследования ТРГ, получали и измеряли проекции изображений (СК и NL для МРТ и КТ; LM и GM для КЛКТ и ТРГ). Каждое измерение проводилось дважды с интервалом как минимум 3 недели для того, чтобы уменьшить вероятность ошибки. Наблюдатели были ошеломлены кроме всего остального первыми и последующими чертежами, изображениями и измерениями.

### Измерения

Для каждого изображения и каждой стороны, определялись три точки (Co, Go и In) и два линейных измерения проводились параллельно касательной заднего края ветви (рис. 3).

Высота ветви: измеряется параллельно касательной заднего края ветви между наиболее краниальной точкой мыщелкового отростка (Co) и пересекает точку нижнего края ветви нижней челюсти (гониальная точка (Go)). Пересечение с нижним краем ветви нижней челюсти достигалось путем использования линии параллельной касательной к заднему краю ветви, которая проходит через наиболее краниальную точку мыщелкового отростка (Co).

Высота мыщелкового отростка: Измеряется параллельно касательной заднего края ветви между краниальной точкой мыщелкового отростка (Co) и наиболее нижней точки вырезки нижней челюсти (In).

Калибровка, построение соответствующих линий, определенных точек и измерений дистанции для КЛКТ, КТ, МРТ и ОПТГ изображений проводились в цифровом виде.

Такая же постановка линий и точек была определенной на чертежах ТРГ. Точки на ТРГ оцифровывались с помощью настольного оцифровщика NumonicsAccuGrid (Numonics, Landsdale, Pennsylvania, USA) с разрешением в одну тысячную дюйма.

Расстояния высчитывались и корректировались для расширения, используя Excel 2010 (version 14.0.6112.5000, Microsoft, Redmond, Washington, USA).

### Статистический анализ

Стандартные пакеты статистического программного обеспечения также содержали в себе SPSS версию 20.0.0 (Chicago, Illinois, USA), и MedCalc версию 12.2.1.0 (64 bit; Mariakerke, Belgium) использовались для статистического анализа. Для того, что бы получить доступ и сравнить точность измерений, коэффициент вариации отдельно рассчитывался для высоты ветви и мыщелкового отростка. Формула коэффициента вариации: SD/значение. Вычисление значений и SD основывалось на четырех линейных измерениях (по два измерения для каждого из двух исследователей).

Описательная статистика для коэффициента вариации в отношении высоты ветви и мыщелкового отростка рассчитывались отдельно. Коэффициент вариации оценивался для каждого метода изображений и визуализировался по средствам диаграммы размаха. Тесты Шапиро-Вилка и Колмогорова-Смирнова, которые используются для проверки гипотезы. Различия в значении коэффициента вариации между методами изображения оценивались путем анализа вариаций. Различия между высотой ветви и мыщелкового отростка отдельно оценивались, используя двух образцовый t-тест для каждого метода

Таблица 1.

Описательная статистика (значение  $\pm$ SD, 95% (CI) коэффициента вариации для обоих линейных измерений, а также все остальные методы измерения. Конуно-лучевая компьютерная томография (КЛКТ), интервал уверенности(CI), мыщелковый отросток (CondProc), компьютерная томография (КТ), внутриклассовый коэффициент корреляции, латеральная цефалометрия, магнитно-резон

	CoeffVar		Bland-Altman analysis		ICC	
	Mean $\pm$ SD	95% CI Lower Upper	Intraobserver	Interobserver	Intraobserver	Interobserver
<b>RH</b>						
OPG	0.007 $\pm$ 0.005	0.004 0.010	0.2 (2.8: 1.6, -1.3)	0.1 (2.5: 1.3, 1.2)	0.99	0.99
CBCT	0.009 $\pm$ 0.004	0.007 0.011	-0.1 (3.7: 1.8, -1.9)	-0.1 (3.3: 1.6, -1.7)	0.99	0.99
CT	0.011 $\pm$ 0.008	0.007 0.016	0.3 (3.7: 2.2, -1.5)	0.5* (4.8: 2.9, -1.9)	0.98	0.97
MRI	0.012 $\pm$ 0.007	0.008 0.016	0.1 (4.1: 2.1, -2.0)	0.2 (5.3: 2.9, -2.4)	0.95	0.92
LC	0.021 $\pm$ 0.014	0.014 0.028	-0.4 (6.1: 2.7, -3.4)	1.2* (8.9: 5.6, -3.3)	0.93	0.82
<b>CondProc</b>						
OPG	0.012 $\pm$ 0.005	0.009 0.014	0.0 (1.0: 0.5, -0.5)	0.1 (1.3: 0.7, -0.6)	0.99	0.99
CBCT	0.017 $\pm$ 0.011	0.011 0.023	-0.1 (2.2: 1.0, -1.2)	-0.1 (1.8: 0.8, -1.0)	0.98	0.98
CT	0.019 $\pm$ 0.010	0.014 0.024	0.2 (1.9: 1.1, -0.8)	0.0 (2.5: 1.2, -1.3)	0.98	0.97
MRI	0.033 $\pm$ 0.019	0.023 0.043	0.1 (4.1: 2.2, -1.9)	0.0 (4.0: 2.0, -2.0)	0.93	0.93
LC	0.065 $\pm$ 0.039	0.044 0.086	0.0 (6.9: 3.5, -3.4)	1.4* (7.9: 5.3, -2.6)	0.79	0.59

Distinct letters (a, b, c) indicate significant differences of imaging methods according to Scheffé post hoc test. P-values from analysis of variance showed P < 0.001. Bland-Altman analysis shows mean differences (mm), range of 95% limits of agreement (mm), and 95% limits of agreement (mm) for intra- and interobserver agreement per imaging method. ICC shows intra- and interobserver reliability per measurement type and imaging procedure.

\*Significant intra- and interobserver differences of mean according to paired t-test (P < 0.05).

изображения.

Результаты статистического анализа с P-значениями менее 0,05 считались как статистически значимые.

**Результаты**

Точность измерений (которая осуждалась с точки зрения коэффициента вариации для обоих измерений (высота ветви мыщелкового отростка)) показала наивысшую точность для ОПТГ, далее в нисходящей последовательности КЛКТ, КТ, МРТ и ТРГ (табл. 1 и рис. 4). Для высоты ветви только ТРГ было значительно менее точным и для высоты мыщелкового отростка, для ТРГ так и МРТ были значительно менее точными (табл. 1). ТРГ было значительно менее точным, чем МРТ для измерения мыщелкового

отростка. Точность, осужденная с точки зрения внутри и меж исследовательских согласований (табл. 1 и дополнительные рис. 1 и 2) показали значительное отличие в значениях только для меж исследовательских значений ТРГ (высота ветви: 1,2 мм и мыщелкового отростка: 1,4 мм) и КТ (только высота: 0,5 мм). Меж исследовательский диапазон согласований был, как правило, шире чем внутри исследовательский диапазон. Однако, не всегда было так и разница была не большая (<=1,2 мм), за исключением значений ТРГ для высоты ветви нижней челюсти (2,8 мм). Диапазон согласования как правило был меньше (значение: -1,2 мм) для высоты мыщелкового отростка чем для высоты ветви нижней челюсти, за исключением меж следовательских МРТ и ТРГ. Меж исследовательское согласование высоты ветви нижней челюсти для методов 3D исследования показывало одинаковые диапазоны согласования в 4,1 мм или менее с разницей между диапазонами в 0,4 мм или менее. Для методов 3D исследований меж исследовательское согласование для высоты ветви нижней челюсти ниже 5,3 мм с разницей в 0,5 мм между данными исследований КТ и МРТ и в 1,5 мм между КЛКТ и КТ.

Степень внутри и меж исследовательского соглашения (табл. 1) показывало отличное согласование (МКК>0,90) для всех процедур за исключением ТРГ. Наивысшие значения МКК рассчитывались для ОПТГ, за которой следовали КЛКТ, КТ и МРТ. Значения МКК для высоты мыщелкового отростка и между следовательским МКК как правило были меньше. Значения ТРГ для высоты мыщелкового отростка (внутри следовательский МКК: 0,79, меж следовательский МКК: 0,59) и меж следовательский МКК для высоты ветви нижней челюсти (0,82) был намного ниже остальных методов исследований.

Согласования между методами исследований, которые осуждались с точки зрения анализа Bland-Altman (табл. 2 и дополнительный рис. 3), показывает одинаковый диапазон соглашения между МРТ, КТ и КЛКТ для измерения высоты мыщелкового отростка и высоты ветви нижней челюсти: МРТ и КТ высоты ветви нижней челюсти (6 мм) и высоты мыщелкового отростка (2,3 мм), МРТ и КЛКТ высоты ветви нижней челюсти (5,9 мм) и высоты мыщелкового отростка (6,0 мм), КТ и КЛКТ высоты ветви нижней челюсти (6,4 мм) и высоты мыщелкового отростка (5,2 мм). Измерения МРТ и ОПТГ для высоты ветви нижней челюсти и высоты мыщелкового отростка значительно меньше, чем измерения, полученные при использовании остальных методов исследования. Значения измерения ОПТГ были значительно меньше чем те которые были получены с помощью МРТ. Разница значений между данными МРТ и КТ (МРТ минус КТ) -1,4 для высоты ветви и -1,2 мм для высоты мыщелкового отростка. Разница значений между данными МРТ и КЛКТ (МРТ минус КЛКТ) -1,9 мм для высоты ветви и -1,1 мм для высоты мыщелкового отростка. ОПТГ и ТРГ показали наименьшее согласования в измерениях основанных на наборах 3D данных и показывали самый широкий лимит согласований.

**Дискуссия**

Целью исследования было определить может ли МРТ адекватно заменить радиографические исследования для оценки роста НЧ. Наши результаты показывают, что измерения ветви НЧ и мыщелкового отростка с помощью МРТ сопоставимы с полученными во время КТ и КЛКТ с точки зрения точности внутри и меж исследовательской достоверности и согласования. Для пациентов с ЮИА мы советуем использовать МРТ для того, что бы исследовать количественное изменение роста мыщелкового отростка путем измерения высоты ветви НЧ и длины мыщелкового отростка, что является важными индикаторами для долгосрочного терапевтического успеха [2, 3, 13, 15, 48]. Использование только МРТ для отслеживания динамики у детей с ЮИА может уменьшить расходы и избежать большого количества излучения, что потенциально вредит растущим детям [41, 42]. Наши результаты согласовались с недавно опубликованным исследованием, которое изучало одинаковые и высокоточные количественные измерения с использованием МРТ, КТ и КЛКТ [49]. Если следить за ростом продолжительно и непрерывно точность измерений определяет порог для обнаружения роста. Золотым стандартом

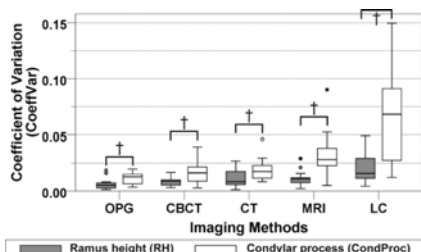


Рис. 4. Значение коэффициента вариации, приведенные в таблице, подходят для обоих измерений (высоты ветви нижней челюсти, а также мыщелкового отростка), а также для всех остальных визуальных методов исследований. Нижние и верхние линии в таблице, что на рисунке 4 указывают на первую и третью квартиль (25 и 75%), а диапазон внутри таблицы указывает на вторую квартиль (50%, медиана). Следовательно, таблица представляет собой межквартильный диапазон (IQR). Далекие на расстоянии друг от друга концы предоставляют наиболее низкое качество в пределах значения IQR ниже 1,5 и ниже первого квартиля, а самое высокое значение в пределах 1,5 IQR и выше 3 квартиля. Значения между 1,5 и 3 IQR (ниже первого и выше третьего квартиля) указаны с помощью маленьких кружочков в то время значения внешней части данного диапазона определяются как мощные структуризаторы и обозначаются маленькими звездочками. Это является значительным различием, согласно данным t-теста

Таблица 2.

Различия в значениях (верхние значения минус левые значения, мм), диапазон 95% лимита (предела) согласования (мм), и 95% лимита согласования (мм), для Мыщелкового отростка (CondProc) (верхний правый) и высота ветви нижней челюсти RH (нижняя левая). Конусно-лучевая компьютерная томография (КЛКТ), мыщелковый отросток (Condproc), компьютерная томография (КТ), Латеральная Цефалометрия, Магнитно-резонансная терапия (МРТ), Ортопантомограмма (ОПТГ), Высота ветви нижней челюсти (RH)

RH		CondProc				
		OPG	CBCT	CT	MRI	LC
OPG			3.1* (8.3: 7.3, -1.0)	3.2* (5.9: 6.2, 0.3)	2.1* (6.4: 5.3, -1.1)	4.1* (7.6: 7.9, 0.3)
CBCT	-6.6* (7.5: -2.8, -10.3)		0.1 (5.2: 2.7, -2.5)	-1.1* (6.0: 1.9, -4.1)	1.0* (6.5: 4.2, -2.3)	
CT	-6.1* (6.5: -2.8, -9.3)	0.5* (6.4: 3.7, -2.7)		-1.2* (2.3: 0.4, -2.7)	0.9* (6.3: 4.0, -2.3)	
MRI	-4.3* (5.0: -1.8, -6.8)	1.9* (5.9: 4.8, -1.1)	1.4* (6.0: 4.4, -1.6)		2.0* (6.9: 5.5, -1.4)	
LC	-6.6* (6.4: -3.4, -9.8)	0.0 (9.3: 4.6, -4.7)	-0.5 (9.4: 4.2, -5.2)	-2.5* (6.8: -0.9, -5.9)		

\*Significant mean differences between methods according to paired t-test.

является сравнение различных методов изображения с анатомическими данными. Финальный лимит согласования может быть использован для определения порога роста в 95% ( $\pm 1,96$  SD) всех случаев. Однако, протоколы, касающиеся строений и измерений тяжело воспроизвести на анатомических образцах, что таким образом усложняет получение сопоставимых измерений. К тому же образцы измерений имеют лимит согласования. Следовательно, при определении порога для выявления изменений в длине, точность, осуждаемая с точки зрения внутри и меж исследовательских лимитов согласования является более точной. Для всех методов 3D исследований (КТ, КЛКТ и МРТ) внутри и меж исследовательский диапазон согласования был одинаковым с максимальным диапазоном согласования в 5,3 мм. У растущего человека погрешность в 5,5 мм отвечает, как минимум, двум годам роста в случае при среднем значении мышечкового роста на 2–3 мм в год [1, 50]. Следовательно, эти методы исследования (КТ, КЛКТ и МРТ) являются взаимозаменяемыми.

Несмотря на то что ОПТГ предоставляет наилучшую точность и наиболее надежные данные данный вид исследования плохое согласование с процедурами 3D (КЛ, КЛКТ и МРТ). Причиной данного несоответствия, скорее всего, возникает из-за протокола исследования и демонстрирует ограничения нашего исследования.

Латеральная цефалометрия показала наилучшие результаты по точности, и эти результаты были статистически и клинически значимыми. Внутри и меж исследовательская достоверность была значительно ниже той, что была при других методах исследования особенно для мышечкового отростка. Лимиты согласования показали высоко гетерогенную картину с часто очень широкими лимитами согласования с 3D методами исследования. По сравнению с 3D техниками ТРГ это классическая 2D радиография в которой 3D структуры проектируются на 2D плоскость. Этот метод усложняет и часто даже делает почти невозможным определение между сторонами и усложняет определение ориентира в связи с наслаиванием структур. Эта проблема является особо значимой для определения мышечковой точки и самой глубокой точки вырезки нижней челюсти. Ограничением для нашего исследования являлось небольшое количество образцов.

#### Выводы

1. Все 3D процедуры были приблизительно одинаковыми для измерения высоты ветви и мышечкового отростка. С разницей согласования и точности ниже клинической значимости. МРТ рекомендуется не только потому, что оно является сопоставимой альтернативой КТ и КЛКТ, но также, потому что оно исключает ионизирующую радиацию и более высокую чувствительность при

определении воспаления.

2. Максимальный диапазон лимита согласования для всех процедур 3D исследований для высоты ветви и мышечкового отростка соотносится к приближительной разнице длинны среднего кондиллярного роста в течении 2 лет [1, 50, 53]. Таким образом, двухлетний порог для определения длинны в последовательных визитах должен быть принят во внимание при использовании всех 3D методов.

3. Учитывая то, что эталонные значения ежегодного прикуса опубликованы для высоты ветви [3, 2] но не опубликованы для мышечкового отростка, значения высоты ветви рекомендованы для отслеживания высоты мышечкового отростка.

4. Измерения МРТ были значительно меньше чем те, которые были получены с помощью КТ и КЛ/КТ, что делает их не сопоставимыми. Данное различие должно быть принято во внимание при сравнении МРТ с данными полученными с помощью других методов исследования.

5. Чувствительность ОПТГ к движениям головы приводит к плохому согласованию с методами 3D исследований и общее плохие результаты ТРГ делают невозможным точно и достоверно измерить высоты ветви нижней челюсти и мышечкового отростка при использовании данного метода.

Перевод Е. В. Иванова

#### Резюме

*Предпосылки/цели:* для сравнения разных результатов исследований (конусно-лучевая компьютерная томография (КЛКТ), компьютерная томография (КТ), магнитно-резонансная томография (МРТ), ортопантомография (ОПТГ), латеральная цефалометрия (ТРГ)) для оценивания высоты нижней челюсти (высоты ветви нижней челюсти) и мышечкового отростка. Так, как они отображают рост нижней челюсти.

*Материалы/методы:* для измерения высоты ветви нижней челюсти и мышечкового отростка с помощью ОПТГ, КЛКТ, КТ, МРТ и ТРГ (с каждой стороны отдельно) были взяты восемь препаратов черепов. Они измерялись дважды двумя независимыми исследователями параллельно задней границе ветвей нижней челюсти. Межклассовый коэффициент корреляции использовался для оценки меж- и внутри исследовательской достоверности. Коэффициент корреляции использовался для выявления точности. Bland-Altman исследование использовалось для оценки согласования между процедурами меж- и внутри исследовательских измерений.

*Результаты:* все процедуры за исключением ТРГ показали хорошие внутри — и меж наблюдательные согласования (максимальный диапазон соотношений 5,3 мм) и отличную надежность (межклассовый коэффициент корреляции  $> 0,9$ ). Анализ Bland-Altman для высоты мышечкового отростка и ветви нижней челюсти показал одинаковые диапазоны соотношений между МРТ, КТ и КЛКТ (максимально 6,4 мм), более высокие диапазоны показали ОПТГ и ТРГ. Значение МРТ и ОПТГ были в общем меньше.

*Выводы/последствия:* все 3D исследования давали приблизительно одинаковые результаты измерений высоты ветви нижней челюсти и мышечкового отростка. МРТ рекомендовано, потому что оно исключает ионизирующую радиацию и имеет более высокую чувствительность к выявлению воспалений. Двухгодовой предел для выявления роста в период наблюдения должен быть принят во внимание во время проведения всех 3D исследований.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Buschang, P.H., Santos-Pinto, A. and Demirjian, A. (1999) Incremental growth charts for condylar growth between 6 and 16 years of age. *European Journal of Orthodontics*, 21, 167–173.
2. Tracy, W.E. and Savara, B.S. (1966) Norms of size and annual increments of five anatomical measures of the mandible in girls from 3 to 16 years of age. *Archives of Oral Biology*, 11, 587–598.
3. Savara, B.S. and Tracy, W.E. (1967) Norms of size and annual increments for five anatomical measures of the mandible in boys from three to sixteen years of age. *Archives of Oral Biology*, 12, 469–486.

Полный список литературы находится в редакции