



Метод анализа параметров височно-нижнечелюстного сустава по данным магнитно-резонансной томографии

Юдин Д.К.^{1, 2}, Гетте С.А.^{2, 3}

¹ Московский научно-исследовательский онкологический институт им. П.А. Герцена – филиал ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр радиологии» Минздрава России, 2-й Боткинский пр-д, 3, Москва, 125284, Российская Федерация

² ООО «Гетте и Юдин», пер. Красина, 16, стр. 1, Москва, 123056, Российская Федерация

³ ФГБОУ ВО «Казанский государственный медицинский университет» Минздрава России, ул. Бутлерова, 49, Казань, 420012, Российская Федерация

Юдин Дмитрий Константинович, онкостоматолог Московского научно-исследовательского онкологического института им. П.А. Герцена – филиала ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр радиологии» Минздрава России, стоматолог-гнатолог, челюстно-лицевой хирург ООО «Гетте и Юдин»; <https://orcid.org/0000-0002-5765-2638>

Гетте Сергей Александрович, ассистент кафедры ортопедической стоматологии ФГБОУ ВО «Казанский государственный медицинский университет» Минздрава России, стоматолог-гнатолог, челюстно-лицевой хирург ООО «Гетте и Юдин»; <https://orcid.org/0000-000206680-3450>

Резюме

Актуальность. Существующему многообразию подходов к лечению дисфункции височно-нижнечелюстного сустава (ВНЧС) соответствует многообразие методов ее диагностики. Отсутствие универсального способа актуализации данных того или иного диагностического метода делает невозможным проведение оценки эффективности лечения.

Цель: оценить универсальность магнитно-резонансной томографии (МРТ) в диагностике и определении тактики лечения патологий ВНЧС.

Материал и методы. Сто пациентов различных возрастных групп и полов с патологией ВНЧС и без нее были разделены на группы в соответствии с классификацией Энгля: I класс – 27 человек, II класс – 41, III класс – 32. Исследования проводили с помощью компьютерного томографа Green 18 (Vatech, Южная Корея), магнитно-резонансного томографа Optima MR450W (General Electric, США), цифрового аксиографа Рошина Dentograph (Prosystom, Россия), артикулятора SAM 2PX (SAM Praezisionstechnik GmbH, Германия). Использовали программное обеспечение RadiAnt Viewer.

Результаты. Проведен сравнительный анализ показателей взаиморасположения суставных структур, полученных с помощью различных методов диагностики ВНЧС. Предложена методика оценки параметров ВНЧС с помощью анализа данных МРТ. Выявлена корреляция между показателями, полученными с помощью различных методов диагностики.

Заключение. Разработанный метод анализа структур ВНЧС обладает высокой точностью, применим на практике.

Ключевые слова: височно-нижнечелюстной сустав; магнитно-резонансная томография; сагиттальный суставной путь.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Юдин Д.К., Гетте С.А. Метод анализа параметров височно-нижнечелюстного сустава по данным магнитно-резонансной томографии. *Вестник рентгенологии и радиологии*. 2022; 103(4–6): 52–7. <https://doi.org/10.20862/0042-4676-2022-103-4-6-52-57>

Для корреспонденции: Юдин Дмитрий Константинович, E-mail: dryudindmitry@gmail.com

Статья поступила 03.07.2022

После доработки 16.08.2022

Принята к печати 17.08.2022

Method of Analysis of the Temporomandibular Joint Parameters According to Magnetic Resonance Imaging

Dmitriy K. Yudin, Sergey A. Gette

¹ Herzen Moscow Research Oncological Institute – branch of National Medical Research Center of Radiology, Vtoroy Botkinskiy proezd, 3, Moscow, 125284, Russian Federation

² Gette & Yudin LLC, per. Krasina, 16, str. 1, Moscow, 123056, Russian Federation

³ Kazan State Medical University, ul. Butlerova, 49, Kazan, 420012, Russian Federation

Dmitriy K. Yudin, Oncostomatologist, Herzen Moscow Research Oncological Institute – branch of National Medical Research Center of Radiology; Dentist-Gnatologist, Maxillofacial Surgeon, Gette & Yudin LLC; <https://orcid.org/0000-0002-5765-2638>

Sergey A. Gette, Assistant Professor, Chair of Orthopedic Dentistry, Kazan State Medical University; Dentist-Gnatologist, Maxillofacial Surgeon, Gette & Yudin LLC; <https://orcid.org/0000-000206680-3450>

Abstract

Background. The existing variety of approaches to the treatment of temporomandibular joint (TMJ) dysfunction corresponds to the variety of methods for its diagnosing. The absence of a universal technique of updating a particular diagnostic method data makes it impossible to evaluate the effectiveness of treatment.

Objective: to evaluate the universality of magnetic resonance imaging (MRI) in the diagnosis and determination of tactics for the treatment of TMJ pathologies.

Material and methods. One hundred patients of different age groups and genders with and without TMJ pathology were divided into groups according to Angle's classification: Class 1 – 27 persons, Class 2 – 41, Class 3 – 32. The studies were carried out using Green 18 computer tomograph (Vatech, South Korea), Optima MR450W magnetic resonance tomograph (General Electric, USA), Dentograph digital Roshchin axiograph (Prosystom, Russia), SAM 2PX articulator (SAM Praezisionstechnik GmbH, Germany). The RadiAnt Viewer software was used.

Results. We conducted a comparative analysis of the indicators of articular structures mutual disposition obtained using various methods of TMJ diagnosis. A technique for estimating TMJ parameters using the analysis of MRI data was proposed. A correlation was revealed between the indications obtained using various diagnostic methods.

Conclusion. The developed method of TMJ structures analysis has high accuracy and is applicable in practice.

Keywords: temporomandibular joint; magnetic resonance imaging; sagittal articular pathway.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

For citation: Yudin DK, Gette SA. Method of analysis of the temporomandibular joint parameters according to magnetic resonance imaging. *Journal of Radiology and Nuclear Medicine*. 2022; 103(4–6): 52–7 (in Russian). <https://doi.org/10.20862/0042-4676-2022-103-4-6-52-57>

For corresponding: Dmitriy K. Yudin, E-mail: dryudindmitry@gmail.com

Received July 3

Revised August 16, 2022

Accepted August 17, 2022

Введение

Гнатология является самым сложным и дискуссионным разделом стоматологии. Ни одна другая медицинская дисциплина не включает в себя такое множество концепций лечения, часто противоречащих друг другу. Краеугольным камнем каждого подхода в диагностике и лечении является вопрос о взаимном расположении и состоянии структур височно-нижнечелюстного сустава (ВНЧС), в том числе извечные поиски центрального соотношения челюстей [1] и споры по поводу самого этого

понятия. Его определение ложится в основу подхода к построению всего плана лечения.

Вне зависимости от поддерживаемой врачом концепции перед лечением необходимо провести тщательный анализ параметров элементов ВНЧС. Точность метода, наглядность и воспроизводимость результатов напрямую влияют на выбор тактики лечения и, соответственно, на его исход.

Наиболее популярным методом визуализации положения суставной головки и прочих структур является аксиография, но она имеет ряд недостатков:

конструкция аппарата громоздкая и требует длительной сборки, фиксируется на мягких тканях головы, а результатом исследования является график, который, по мнению специалистов, отображает взаиморасположение структур ВНЧС. Однако и у этого метода есть свои критики. Например, согласно исследованиям M.G. Piacino et al., достоверность результатов компьютерной аксиографии при наличии выраженного переднего вывиха диска или остеоартрита крайне низка [2]. Вдобавок очень высока себестоимость прибора и, следовательно, самого исследования, что ограничивает круг врачей и пациентов, которые могут его себе позволить.

Функциография представляет собой доступный метод для определения параметров суставных путей, но результатом его работы является еще более простой по дизайну график, не дающий возможности оценить высоту межальвеолярного соотношения. Также работа с функциографом требует дополнительных манипуляций и расчетов (наложение кинематической лицевой дуги и запись суставных путей).

Компьютерная томография (КТ) может дать визуальную картину положения суставных головок и суставной щели, которые можно использовать для настройки артикулятора/вариатора, но расчет суставного пути, положение суставного диска, а также целостность связок или хрящевых структур остаются нераскрытыми.

Среди всех методов диагностики наиболее точным, как и в общей травматологии и ортопедии, является магнитно-резонансная томография (МРТ). Метод не связан с ионизирующим излучением, что лишает его возрастных ограничений и ограничений по количеству проводимых исследований. Нами была поставлена задача: определить, позволяет ли данный метод получить всю необходимую информацию для программирования физического или виртуального артикулятора/вариатора.

На базе реферативной стоматологической клиники ВМЖО был разработан метод расчета параметров суставных путей с помощью МРТ. Далее проведен сравнительный анализ тех же параметров, полученных с помощью аксиографа и функциографа.

Цель исследования – оценить универсальность МРТ в диагностике и определении тактики лечения патологий ВНЧС. **Задачи:** сравнить конгруэнтность измерений суставных щелей ВНЧС по данным КТ и МРТ, описать методику измерения параметров суставных щелей, положения суставных структур ВНЧС и сагиттального суставного пути (ССП) по данным МРТ, сравнить достоверность способа измерения суставных щелей и ССП по данным МРТ с аналоговым методом Христенсена и цифровой аксиографией.

Материал и методы

Сто пациентов различных возрастных групп и полов с патологией ВНЧС и без нее были разделены на группы в соответствии с классификацией Энгля: I класс – 27 человек, II класс – 41, III класс – 32.

Исследования проводили с помощью компьютерного томографа Green 18 (Vatech, Южная Корея), магнитно-резонансного томографа Optima MR450W (General Electric, США), цифрового аксиографа Роцина Dentograph (Prosystom, Россия), артикулятора SAM 2PX (SAM Praezisionstechnik GmbH, Германия). Использовали программное обеспечение RadiAnt Viewer.

Результаты

В ходе исследования были предложены точки-ориентиры для определения вертикального размера суставной щели, а именно относительно каких стандартизированных анатомических ориентиров проводить измерения вертикального размера суставной щели. В качестве ориентира была выбрана франкфуртская горизонталь (ФГ) ввиду ее простого нахождения при просмотре большинства исследований КТ и МРТ и возможности ее регистрации большинством прямых среднеанатомических лицевых дуг, представленных на рынке, в том числе GAMMA Dental, SAM, Bio-Art, WhipMix, некоторых моделей Amann-Girrbach & Baumann, при наличии регулируемого носового упора. Как известно, ФГ проходит через ориентиры нижней точки переднего края орбиты (Orbitalis) и верхней точки слухового прохода (Porion) (рис. 1).

Относительно ФГ определяли передний, задний и вертикальный параметры суставной щели. За высоту суставной щели был принят отрезок между наивысшей точкой мыщелка и самой глубокой точкой суставной ямки, находящийся на линии, перпендикулярной ФГ. Передний и задний параметры определяли по длине межкортикальных отрезков, расположенных на прямых, проходящих под углом в 45° к ФГ.

Таким образом, мы ввели единый стандарт для оценки линейных параметров суставной щели. Подобные измерения проводили у одних и тех же пациентов на одинаковых срезах конусно-лучевой КТ и МРТ ВНЧС и обнаружили определенную закономерность: все линейные параметры на одних и тех же срезах отличались не более чем на 0,3 мм. Это говорит о наличии прямой корреляции между результатами МРТ и конусно-лучевой КТ (рис. 2).

Можно прийти к выводу: несмотря на то что МРТ в первую очередь применяется для исследования мягкотканых структур, она обладает высокой точностью в передаче линейных параметров

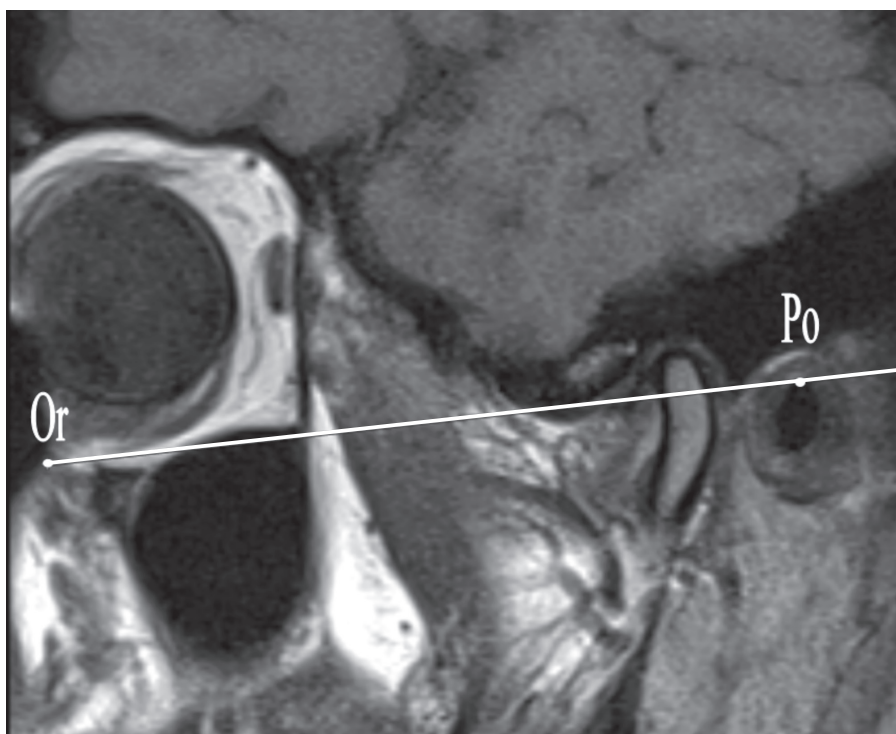


Рис. 1. Линия Porion (Po) – Orbitalis (Or), образующая так называемую франкфуртскую горизонталь

Fig. 1. The Porion (Po) – Orbitalis (Or) line forming the so-called Frankfurt horizontal

костной ткани. О том же свидетельствуют результаты других исследований [3–5].

Нами была предпринята попытка провести измерения относительно альтернативных горизонтов, таких как камперовская горизонталь, проходящая через слуховой проход и переднюю подносовую ось. Однако мы столкнулись с элементарным отсутствием этих ориентиров на большей части изученных нами исследований. Выполнить измерения относительно естественного положения головы тоже не представляется возможным ввиду того, что, к сожалению, в большинстве случаев во время исследования голова пациента наклонена неестественно.

Принципиально важным диагностическим этапом является определение угла ССП.

Методика расчета сагиттального суставного пути по данным МРТ

Расчет ССП по МРТ проводили при помощи общедоступного программного обеспечения следующим образом:

- на сагиттальном МР-срезе обозначали ФГ;
- отмечали основание и вершину ската суставного бугорка, которые в дальнейшем объединяли прямой линией;
- от точки вершины суставного бугорка параллельно ФГ проводили прямую линию;

– полученный угол между линией, построенной от основания ската к вершине, и линией от вершины, прочерченной вдоль ФГ, и есть искомый ССП (рис. 3).

На срезах МРТ есть возможность определять угол ССП как по траектории движения мыщелка, так и по анатомическим ориентирам в виде основания ската суставного бугорка и его вершины. Аксиография и феномен Христенсена как методы исследования позволяют определить угол ССП по перемещению условной оси вращения мыщелка. Исходя из этого для сравнения достоверности полученных данных при анализе результатов МРТ и КТ нами тоже был применен вышеописанный метод.

Углы ССП, полученные по данным МРТ, сравнивали с такими же углами, полученными методом Христенсена (анализом регистраторов протрузии при индивидуальной настройке артикулятора) и данными цифровой аксиографии на аппарате Dentograph при комплексном обследовании в программе P-Art (Prosystom). На основании проведенных измерений рассчитаны средние значения углов ССП при различных классах скелетной аномалии (см. таблицу).

На основании анализа полученных данных мы пришли к выводу, что при тщательном соблюдении методик проведения исследования разница результатов незначительна.

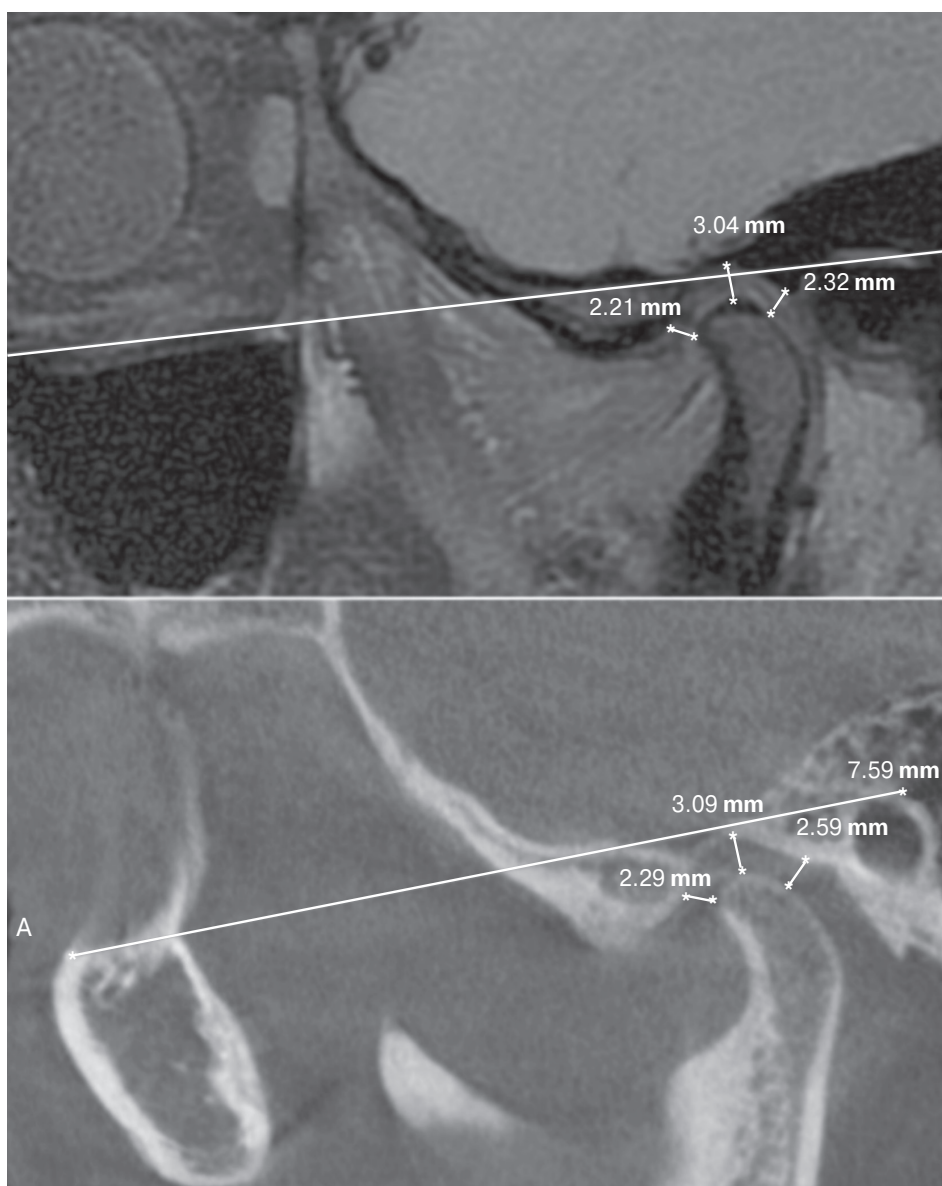


Рис. 2. Прямая корреляция между результатами магнитно-резонансной томографии и конусно-лучевой компьютерной томографии
 Fig. 2. Direct correlation between the results of magnetic resonance imaging and cone beam computed tomography

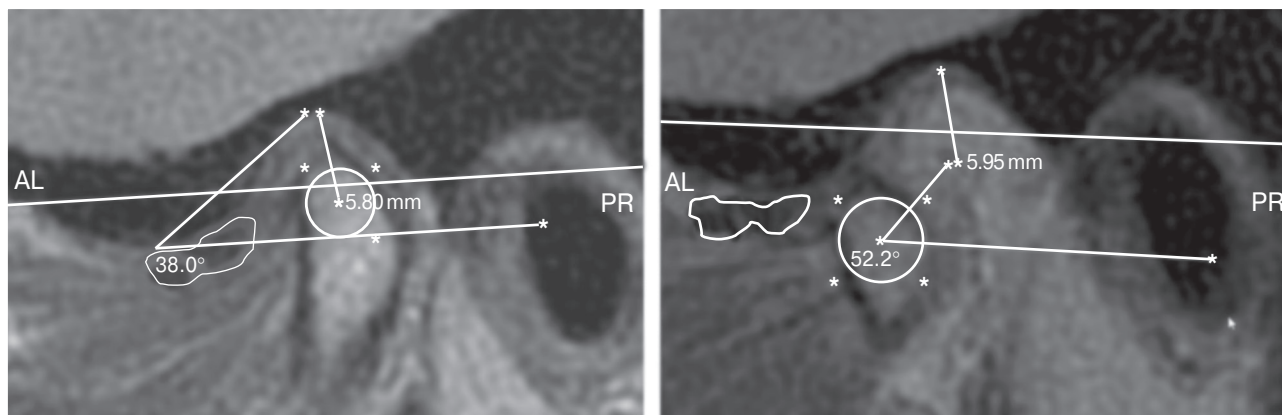


Рис. 3. Определение сагиттального суставного пути на сагиттальном магнитно-резонансном срезе
 Fig. 3. Determination of sagittal articular path on a sagittal magnetic resonance slice

Средние значения угла сагиттального суставного пути при разных классах скелетного соотношения челюстей, определенные различными методами

Mean values of sagittal articular path angle for different classes of skeletal jaw ratio determined by various methods

Метод определения угла ССП / The method of determining the SAP angle	Среднее значение угла ССП, ° / SAP angle mean value, °		
	I класс* / Class 1*	II класс* / Class 2*	III класс* / Class 3*
МРТ ВНЧС / TMJ MRI	40,8 ± 5,3	43,6 ± 4,2	37,6 ± 5,1
Метод Христенсена / Christensen's method	39,7 ± 6,2	42,5 ± 5,1	36,4 ± 5,3
Цифровая аксиография / Digital axiography	39,1 ± 5,7	42,8 ± 5,3	37,2 ± 5,7

Примечание. ССП – сагиттальный суставной путь; МРТ – магнитно-резонансная томография; ВНЧС – височно-нижнечелюстной сустав.

* По классификации Энгля.

Note. SAP – sagittal articular path; MRI – magnetic resonance imaging; TMJ – temporomandibular joint.

* According to Angle's classification.

Обсуждение

В проведенном исследовании при сравнении размеров суставной щели, полученных разными методами, было определено, что данные параметры расходились примерно в пределах 0,2–0,3 мм у 100 пациентов, предоставивших свои конусно-лучевые КТ и МРТ ВНЧС.

При определении угла ССП у группы пациентов были получены незначительные расхождения данных вне зависимости от применяемого метода: по МРТ, по методу Христенсена, а также в сравнении с данными цифровой аксиографии.

Разница в значениях угла ССП при всех использованных методах составляла около 5°, что позволяет уверенно говорить о возможности применять расчет ССП по данным МРТ ВНЧС.

Заключение

Учитывая необходимость тщательного изучения ВНЧС в клинике ортопедической и ортодонтической стоматологии, наиболее информативным и практически применимым методом исследования согласно нашим результатам является метод МРТ. При изучении срезов МРТ с помощью разработанной нами методики были получены значения параметров суставных щелей и путей, сопоставимые с данными, полученными при анализе конусно-лучевых КТ и моделей в артикуляторе с использованием метода Христенсена. Результаты позволяют сделать вывод, что МРТ является универсальным методом, который практикующий врач может использовать в ходе лечения, не прибегая к прочим методикам диагностики и расчета.

Литература [References]

1. Хватова В.А. Клиническая гнатология: учебное пособие для слушателей системы послевузовского профессионального образования врачей. М.: Медицина; 2005: 296 с. [Khvatova VA. Clinical gnatology: a study guide for students of medical postgraduate professional education system. Moscow: Meditsina; 2005: 296 pp (in Russ).]
2. Piancino MG, Cirillo S, Frongia G, et al. Sensitivity of magnetic resonance imaging and computed axiography in the diagnosis of temporomandibular joint disorders in a selected patient population. Int J Prosthodont. 2012; 25(2): 120–6.
3. Ahlers MO, Beall M. Simulation of occlusion in restorative dentistry: the Artex System: an up-to-date concept regarding facebow registration, individual recordings, articulators and measuring instruments. Hamburg: DentaConcept; 2000.
4. Markic G, Müller L, Patcas R, et al. Assessing the length of the mandibular ramus and the condylar process: a comparison of OPG, CBCT, CT, MRI, and lateral cephalometric measurements. Eur J Orthod. 2015; 37(1): 13–21. <https://doi.org/10.1093/ejo/cju008>.
5. Juerchott A, Freudlsperger C, Weber D, et al. In vivo comparison of MRI- and CBCT-based 3D cephalometric analysis: beginning of a non-ionizing diagnostic era in craniomaxillofacial imaging? Eur Radiol. 2020; 30(3): 1488–97. <https://doi.org/10.1007/s00330-019-06540-x>.