

Идентификация цефалометрических точек твердых тканей черепа на двухмерных рентгенологических снимках боковой проекции врачами-специалистами

А.В. Колсанов¹, Н.В. Попов¹, И.О. Аюпова¹, А.И. Ивлева², А.В. Гайдель^{3,4},
К.С. Добратулин⁵

¹Самарский государственный медицинский университет, Чапаевская, 89, Самара, Россия, 443099

²Самарский федеральный исследовательский центр РАН, Институт проблем управления сложными системами РАН, Садовая, 61, Самара, Россия, 443020

³Самарский национальный исследовательский университет им. академика С.П. Королева, Московское шоссе 34а, Самара, Россия, 443086

⁴Институт систем обработки изображений РАН - филиал ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН, Молодогвардейская 151, Самара, Россия, 443001

⁵Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», Ленинский проспект 4, Москва, Россия, 119049

Аннотация

Актуальность исследования обусловлена необходимостью сравнительного анализа работы алгоритмов автоматизированной локализации ориентиров при совершенствовании методов цефалометрического анализа с экспертной идентификацией анатомических ориентиров. В работе анализируется согласованность мнений экспертов при идентификации позиций опорных точек твердотканного профиля лица на цифровых телерентгенологических снимках боковой проекции черепа ручным методом. Одиннадцатью врачами-ортодонтами было обработано 100 рентгенологических снимков боковой проекции головы по 22 параметрам. Проведено сравнение локализованных ориентиров с базовым (средним положением всех локализаций одного ориентира). В ходе исследования произведена оценка согласованности экспертных мнений и анализ средних отклонений локализаций от базового ориентира для всех точек, включенных в исследование.

Ключевые слова

Ортодонтическая диагностика, согласованность экспертных мнений, телерентгенография, ошибки диагностики, цефалометрия

1. Введение

Цефалометрический анализ рентгенологических исследований профиля является одним из основных и информативных методов диагностики в ортодонтии [1-2]. Однако на этапе идентификации опорных точек ручным методом на изображении возможно возникновение неточностей [3], обусловленных человеческим фактором, который возможно минимизировать при помощи алгоритмов автоматизированной обработки изображений.

Анализ литературы [4] позволяет считать клинически допустимыми отклонения в координатах опорных точек до 4 мм, при этом результаты цефалометрической расшифровки рентгеновского снимка признают достоверными лишь в случае, когда количество опорных точек с удовлетворительными значениями отклонений от базового ориентира составляет более 80 % [5]. Достоверность определения ориентиров на телерентгенологических снимках в боковой проекции определяет клиническую значимость применяемых методов анализа.

Таким образом, изучение согласованности экспертных мнений в определении основных координат на двухмерных рентгенологических изображениях головы в боковой проекции определяет перспективность использования и возможности совершенствования метода расшифровки цефалометрических данных с применением цифровых технологий.

2. Материалы и методы

В исследовании использовалось 100 цифровых двухмерных рентгенограмм в боковой проекции, выбранных случайным образом из архива заранее обезличенных данных пациентов. Одиннадцать врачей-ортодонтот с опытом клинической работы от 1 до 8 лет вручную определяли ориентиры с помощью графического курсора на цифровом изображении (инструмент – «карандаш» размером 1 пиксель) в программе Paint.Net.

Изображения обрабатывались с помощью скриптов на языке Python, затем была выделена первичная статистика и выполнена ее обработка в автоматическом режиме. Критериями включения в исследование данных являлось наличие не более одной точки на изображении, отклонение локализованной точки от базового ориентира не более, чем на значение доверительного интервала ($p=0,95$). Для оценки степени согласованности экспертов при была рассмотрена случайная величина – евклидово расстояние между точкой, локализованной экспертом на изображении и средней по всем экспертам точкой (базовым ориентиром).

3. Результаты исследования

Для каждого из 21 параметров определены максимальные, минимальные и средние значения абсолютных отклонений для каждого из ориентиров, процентное соотношение изображений со средним отклонением менее 1 мм, до 2 мм, до 4 мм и более 4 мм. Выполнен анализ согласованности мнений экспертов и достоверности метода в целом.

4. Заключение

Наилучшая согласованность экспертных мнений по критерию минимума среднего отклонения локализованного ориентира от базового наблюдается в идентификации твердотканых ориентиров is , Sn и S со значениями средних отклонений 0,59 мм, 0,61 мм и 0,66 мм соответственно; а наименьшая согласованность – при идентификации твердотканых точек Po и Pt со значениями средних отклонений 4,33 мм и 3,00 мм соответственно. Метод определения твердотканых профилометрических ориентиров дал удовлетворительные результаты в более, чем 88,7% локализациях анатомических ориентиров и может считаться клинически достоверным. Однако в исследовании также выявлены существенные недостатки в идентификации отдельных точек на телерентгенологических снимках головы. Выявленные сложности при идентификации отдельных ориентиров могут стать предметом дальнейших исследований по оптимизации данного метода с помощью цифровых технологий.

5. Литература

- [1] Карпов, А.Н. Ортодонтия: учебное пособие / А.Н. Карпов, М.А. Постников, Г.В. Степанов. – Самара: Право, 2020. – 319 с.
- [2] Персин, Л.С. Ортодонтия. Диагностика зубочелюстных аномалий / Л.С. Персин // Национальное руководство: в 2 т. Т. 1. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2020. – 304 с. DOI: 10.33029/9704-5408-4-1-ONRD-2020-1-304.
- [3] Meriç, P. Web-based Fully Automated Cephalometric Analysis: Comparisons between App-aided, Computerized, and Manual Tracings / P. Meriç, J. Naoumova // Turk J Orthod. – 2020. – Vol. 33(3). – P. 142-149. DOI: <https://doi.org/10.5152/TurkJOrthod.2020.20062>.
- [4] Leonardi, R. An evaluation of cellular neural networks for the automatic identification of cephalometric landmarks on digital images / R. Leonardi, D. Giordano, F. Maiorana // J Biomed Biotechnol. – 2009. – Vol. 2009.
- [5] Yue, W. Automated 2-D cephalometric analysis on X-ray images by a model-based approach / W. Yue, D. Yin, C. Li, G. Wang, T. Xu // IEEE Trans Biomed Eng. – 2006. – Vol. 53. – P. 1615-1623.