

Результаты оценки ультразвуковой доплерографии на этапах ортодонтического лечения

И.В. Дмитриенко

Пермский государственный медицинский университет им. академика Е.А. Вагнера,
Пермь, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

Актуальность. Современный диагностический комплекс при планировании ортодонтического лечения невозможен без оценки состояния тканей пародонта.

Цель. Оценить динамические изменения тканей пародонта при ортодонтическом лечении.

Материалы и методы. Производили сравнение показателей скорости кровотока во фронтальном отделе нижней челюсти в динамике: перед началом ортодонтического лечения и после его завершения.

Результаты. через 6 ± 2 месяца после начала ортодонтического лечения наблюдалось достоверное увеличение линейных и объемных скоростей кровотока.

Заключение. Ортодонтическое перемещение скученно расположенных зубов с использованием элайнеров протекает без чрезмерного давления, что позволяет достичь плавного и постепенного изменения линейных и объемных скоростей кровотока, индекса пульсации и индекса периферического сопротивления.

Ключевые слова: элайнеры, ультразвуковая доплерография, пародонт.

Для цитирования: Дмитриенко ИВ. Результаты оценки ультразвуковой доплерографии на этапах ортодонтического лечения. *Стоматология детского возраста и профилактика*. 2022;22(2):128-132. DOI: 10.33925/1683-3031-2022-22-2-128-132.

Doppler ultrasound assessment results at stages of orthodontic treatment

I.V. Dmitrienko

Perm State Medical University named after E. A. Vagner, Perm, Russian Federation

ABSTRACT

Relevance. A modern diagnostic complex when planning orthodontic treatment is impossible without assessing the condition of periodontal tissues.

Purpose. To evaluate the changes in periodontal tissues during orthodontic treatment.

Material and methods. Blood velocity and flow rate in the anterior mandible were compared before and after the orthodontic treatment.

Results. Blood velocity and volumetric blood flow rate significantly increased 6 ± 2 months after the beginning of orthodontic treatment.

Conclusion. Orthodontic movement of crowded teeth using aligners proceeds without excessive pressure, which allows for a smooth and gradual change in the blood velocity and volumetric blood flow rate, pulsation index and peripheral resistance index.

Key words: aligners, Doppler ultrasound, periodontium.

For citation: Dmitrienko IV. Doppler ultrasound assessment results at stages of orthodontic treatment. *Pediatric dentistry and dental prophylaxis*. 2022;22(2):128-132 (In Russ.). DOI: 10.33925/1683-3031-2022-22-2-128-132.

ВВЕДЕНИЕ

Современный диагностический комплекс при планировании ортодонтического лечения невозможно представить без оценки состояния тканей пародонта [1, 5-7].

На начальном этапе ортодонтического лечения воспалительные заболевания тканей пародонта про-

текают чаще всего латентно, пациенты не обращают внимания на первые симптомы заболевания, что приводит к поздней диагностике и терапии данных заболеваний. Кроме того, при использовании неадекватной силы в процессе лечения эджуайз-техниккой происходит перегрузка тканей пародонта, возникает сдавление и тромбоз сосудов, нарушается

кровообращение и питание тканей, что проявляется в виде воспалительной реакции [3, 6, 9-10].

При проведении реопародонтографии исследователями было выявлено, что перед началом лечения индекс периферического кровообращения у пациентов составляет в среднем 81%, а после лечения несъемной ортодонтической аппаратурой достоверно снижается в три раза [2, 3].

Согласно современным исследованиям, признаки воспалительных процессов (гиперемия, отечность, кровоточивость) в тканях пародонта можно обнаружить до начала ортодонтического лечения. Нередко во фронтальном отделе нижней челюсти наблюдается гипертрофия зубодесневых сосочков. Цитологическое исследование демонстрирует, что, помимо воспалительного процесса в тканях пародонта, наблюдаются деструктивные процессы. Так, показатели индекса деструкции в среднем в три раза превышают его нормальные значения [7, 9-11, 15].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Критерии включения пациентов в исследование: период сформированного постоянного прикуса (от 18 до 24 лет); наличие диагноза по МКБ K07.3 – аномалии положения зубов (K07.30 – скученное положение зубов); отсутствие скелетных форм зубочелюстных аномалий; лечение клинических случаев без удаления зубов; наличие добровольного информированного согласия на участие в клиническом исследовании и использование персональных данных в научных целях.

Критерии невключения: возраст пациентов младше 18 лет и старше 24 лет, наличие аномалий соотношения зубных дуг, присутствие скелетных форм зубочелюстных аномалий, лечение клинических случаев с удалением зубов, отсутствие добровольного информированного согласия на участие в клиническом исследовании и использование персональных данных в научных целях.

Дизайн исследования – многоцентровое открытое проспективное когортное контролируемое клиническое исследование с элементами ретроспективного анализа. В исследование было включено 139 паци-

ентов (93 женщины и 46 мужчин), проживающих в городах Москва и Пермь.

Первая основная подгруппа включала 49 пациентов с дефицитом места в зубном ряду до 3 мм. Вторая основная подгруппа: 28 пациентов с дефицитом места в зубном ряду 3-6 мм. Лечение пациентов 1-й и 2-й основных подгрупп проводилось с использованием элайнеров. Третья основная подгруппа включала 32 пациента с дефицитом места в зубном ряду до 6 мм, лечение проводилось с использованием эджуайз-техники. Группа сравнения включала 30 пациентов с ортогнатическим прикусом и клинически здоровым пародонтом.

Для исследования гемодинамики в тканях пародонта в динамике ортодонтического лечения нами производилось доплерографическое исследование с помощью компьютеризированного диагностического прибора «Минимакс-Допплер-К» («СП Минимакс», Санкт-Петербург). На доплерограммах определяли:

1) линейные скорости кровотока (см/сек):

Vas – максимальная систолическая скорость по кривой средней скорости;

Vam – средняя скорость по кривой средней скорости;

Vakd – конечная диастолическая скорость по кривой средней скорости;

2) объемные скорости кровотока (мл/сек):

Qam – средняя скорость по кривой средней скорости;

Qas – максимальная систолическая скорость по кривой средней скорости.

Также оценивали следующие показатели: RI (индекс периферического сопротивления), PI (индекс пульсации). Сравнение полученных данных производили в динамике: перед началом ортодонтического лечения и после его завершения в 1-й и 2-й подгруппах – через 6 ± 2 месяца, а в 3-й подгруппе – через 12 ± 2 месяца. Использовали критерий Манна – Уитни. Обработка результатов исследования проводилась с использованием пакетов прикладных программ Microsoft Office® 365 (Microsoft Corporation, Seattle, США), Microsoft Excel и SPSS Statistics 17.0.

Исследование одобрено решением Локального этического комитета ФГБОУ ВО ПГМУ им. академика Е.А. Вагнера Минздрава России в соответствии с принципами Хельсинкской декларации ВМА

Таблица 1. Показатели параметров ультразвуковой доплерографии между группами исследования до лечения ($M \pm m$)
Table 1. Doppler ultrasound parameter values in the study groups before the treatment ($M \pm m$)

Параметр Parameter	Основная группа / Main group			Группа сравнения Comparison group
	1 п/гр / subgroup 1	2 п/гр / subgroup 2	3 п/гр / subgroup 3	
Vas	0.84 ± 0.09	0.81 ± 0.04	0.83 ± 0.06	1.610 ± 0.091
Vam	0.23 ± 0.04	0.22 ± 0.05	0.22 ± 0.03	0.53 ± 0.06
Vakd	0.240 ± 0.047	0.230 ± 0.054	0.230 ± 0.042	0.570 ± 0.044
Qas	0.0040 ± 0.0002	0.004 ± 0.0004	0.0040 ± 0.0006	0.0260 ± 0.0003
Qam	0.001 ± 0.0002	0.0010 ± 0.0004	0.0010 ± 0.0004	0.0080 ± 0.0002
PI	2.53 ± 0.19	2.49 ± 0.23	2.57 ± 0.15	3.67 ± 0.10
RI	0.840 ± 0.032	0.860 ± 0.059	0.850 ± 0.054	0.650 ± 0.036

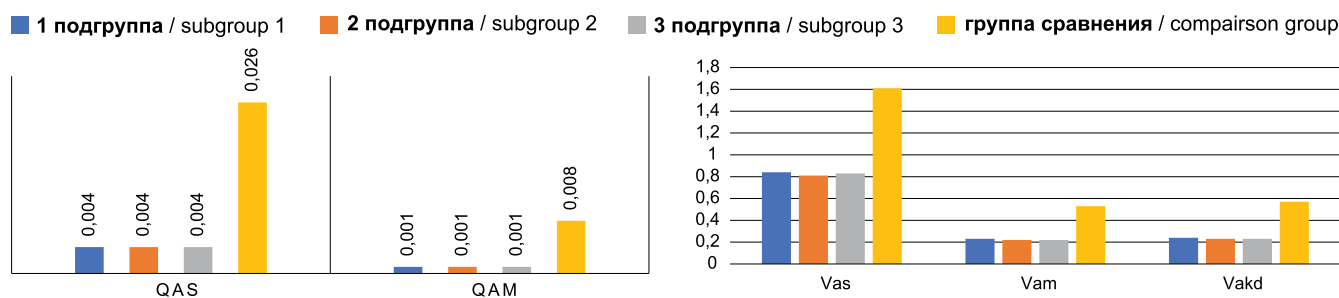


Рис. 1. Показатели объемных скоростей кровотока в группах исследования (мл/сек)

Fig. 1. Volumetric blood flow rate parameters in the study groups (ml/sec)

РЕЗУЛЬТАТЫ

По данным ультразвуковой доплерографии во фронтальном отделе нижней челюсти у пациентов основной группы исследования до ортодонтического лечения было выявлено снижение линейных скоростей кровотока по сравнению с пациентами группы сравнения (табл. 1). Так, показатель Vas (см/сек) был снижен на 49%, показатель Vam (см/сек) – на 58%, а показатель Vakd (см/сек) – на 59% ($p \leq 0,01$).

Показатели объемных скоростей кровотока Qas и Qam (мл/сек) были снижены на 84% и 87% соответственно ($p \leq 0,01$) (рис. 1). Индекс пульсации PI был снижен в области 4.1, 4.2, 3.1, 3.2 dd на 31% ($p \leq 0,01$). В свою очередь индекс RI был выше у пациентов основной группы на 23% по сравнению с группой сравнения, что говорило о повышении сосудистого сопротивления току крови, связанном с гемостазом в зоне перегрузки тканей пародонта. Было отмечено, что при большем дефиците пространства в зубном ряду наблюдаются более низкие показатели по результатам ультразвуковой доплерографии.

Таким образом, при скученном положении зубов во фронтальном отделе нижней челюсти снижались скоростные показатели кровотока, что свидетельствует о сниженном наполнении тканей кровью, связанном с перегрузкой тканей пародонта в области скученно расположенных зубов (рис. 2).

Объемные скорости кровотока также снижаются в связи со спазмом артериол и венозным застоем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гвоздева ЛМ, Данилова МА, Александрова ЛИ, Дмитриенко ИВ. Результаты ортодонтического лечения элайнерами с позиции качества жизни пациентов с зубочелюстными аномалиями. *Стоматология*. 2021;100(2):73-75.

doi:10.17116/stomat202110002173

2. Zimbran A, Dudea D, Gasparik C, Dudea S. Ultrasonographic evaluation of periodontal changes during orthodontic tooth movement – work in progress. *Clujul Med*. 2017;90(1):93-98.

doi: 10.15386/cjmed-663

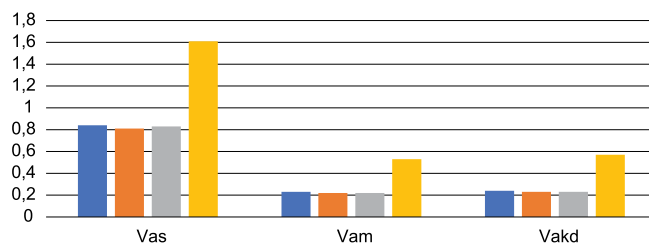


Рис. 2. Показатели линейных скоростей кровотока в группах исследования (см/сек)

Fig. 2. Blood velocity parameters in the study groups (cm/sec)

Показатели индекса пульсации говорят о снижении упруго-эластических свойств сосудистой стенки.

У пациентов 1-й и 2-й основной подгруппы, которым проводилось ортодонтическое лечение с использованием элайнеров, коррекция завершалась спустя 6 ± 2 месяца. В этих подгруппах в данные сроки наблюдалось достоверное увеличение линейных и объемных скоростей кровотока, которые приближались к значениям, полученным в группе сравнения. У пациентов 3-й основной подгруппы также показатели, близкие к показателям группы сравнения, были достигнуты, однако значительно позднее, спустя 12 ± 2 месяца после начала ортодонтического лечения с использованием эдждайз-техники.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом при скученном положении зубов во фронтальном отделе нижней челюсти нарушаются процессы обмена веществ в тканях пародонта и процессы микроциркуляции, что приводит сначала к обратимым, а затем к необратимым повреждениям тканей [7, 12, 16]. Ортодонтическая коррекция положения скученно расположенных зубов с использованием элайнеров протекает без чрезмерного давления, что позволяет достичь более плавного и быстрого улучшения линейных и объемных скоростей кровотока, что позволяет данному аппаратному методу ортодонтического лечения быть методом выбора при лечении взрослых пациентов с данной аномалией положения зубов.

<https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-effektivnosti-ortodonticheskogo-lecheniya-patsientov-so-skuchennostyu-zubov-na-elaynerah-izgotovlennyh-po-3d-i-dpm-tehnologii>

5. Yang L, Li F, Cao M, Chen H, Wang X, Chen X, et al. Quantitative evaluation of maxillary interradi-
cular bone with cone-beam computed tomography for bi-
cortical placement of orthodontic mini-implants. *Am J
Orthod Dentofacial Orthop.* 2015;147(6):725-737.

doi: 10.1016/j.ajodo.2015.02.018.

6. Montúfar J, Romero M, Scougall-Vilchis RJ. Hybrid
approach for automatic cephalometric landmark anno-
tation on cone-beam computed tomography volumes. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2018;154(1):140-150.

doi: 10.1016/j.ajodo.2017.08.028

7. Boke F, Gazioglu C, Akkaya S, Akkaya M. Relation-
ship between orthodontic treatment and gingival health:
A retrospective study. *Eur J Dent.* 2014;8(3):373-380.

doi: 10.4103/1305-7456.137651

8. Zimbran A, Dudea S, Dudea D. Evaluation of peri-
odontal tissues using 40MHz ultrasonography. prelimi-
nary report. *Med Ultrason.* 2013;15(1):6-9.

doi: 10.11152/mu.2013.2066.151.az1ept2

9. Chifor R, Hedeşiu M, Bolfa P, Catoi C, Crişan M,
Serbănescu A, et al. The evaluation of 20 MHz ultraso-
nography, computed tomography scans as compared to
direct microscopy for periodontal system assessment. *Med Ultrason.* 2011;Jun;13(2):120-126. Режим доступа:

[http://www.medultrason.ro/the-evaluation-of-20-mhz-
ultrasonography-computed-tomography-scans-as-com-
pared-to-direct-microscopy-for-periodontal-system-
assessment/t](http://www.medultrason.ro/the-evaluation-of-20-mhz-ultrasonography-computed-tomography-scans-as-com-
pared-to-direct-microscopy-for-periodontal-system-
assessment/t)

10. Астафьева НВ, Писаревский ЮЛ, Кухаренко ЮВ.
Применение ультразвуковой доплерографии для
оценки эффективности ортодонтического лечения
скученности зубов. *Сибирский медицинский журнал*

(Иркутск). 2009;85(2):43-45. Режим доступа:

[https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-ultra-
zvukovoy-dopplerografii-dlya-otsenki-effektivnosti-
ortodonticheskogo-lecheniya-skuchennosti-zubov](https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-ultra-
zvukovoy-dopplerografii-dlya-otsenki-effektivnosti-
ortodonticheskogo-lecheniya-skuchennosti-zubov)

11. Данилова МА, Дмитриенко ИВ, Арутю-
нян ЛИ. Изучение состояния костной ткани с помо-
щью 3D-цефалометрии при ортодонтическом лече-
нии элайнерами. *Стоматология детского возраста и
профилактика.* 2022;22(1):58-62.

doi:10.33925/1683-3031-2021-22-1-58-62

12. Liu H, Sun J, Dong Y, Lu H, Zhou H, Hansen BF,
et al. Periodontal health and relative quantity of sub-
gingival Porphyromonas gingivalis during orthodontic
treatment. *Angle Orthod.* 2011;81(4):609-15.

doi: 10.2319/082310-352.1

13. Zasciurinskiene E, Lindsten R, Slotte C, Bjerk-
lin K. Orthodontic treatment in periodontitis-suscep-
tible subjects: a systematic literature review. *Clin Exp
Dent Res.* 2016;2(2):162-173.

doi: 10.1002/cre2.28

14. Azaripour A, Weusmann J, Mahmoodi B, Peppas D,
Gerhold-Ay A, Van Noorden CJ, et al. Braces versus In-
visalign®: gingival parameters and patients' satisfaction
during treatment: a cross-sectional study. *BMC Oral
Health.* 2015;15:69.

doi: 10.1186/s12903-015-0060-4

15. Yassir YA, Nabbat SA, McIntyre GT, Bearn DR. Clin-
ical effectiveness of clear aligner treatment compared to
fixed appliance treatment: an overview of systematic re-
views. *Clin Oral Investig.* 2022;26(3):2353-2370.

doi: 10.1007/s00784-021-04361-1

16. Robertson L, Kaur H, Fagundes NCF, Romanyk D,
Major P, Flores Mir C. Effectiveness of clear aligner ther-
apy for orthodontic treatment: A systematic review. *Or-
thod Craniofac Res.* 2020;23(2):133-142.

doi: 10.1111/ocr.12353

REFERENCES

1. Gvozdeva LM, Danilova MA, Alexandrova LI, Dmi-
trienko IV. The results of orthodontic treatment us-
ing aligners from the perspective of quality of life of
patients with dentoalveolar anomalies. *Stomatologiya.*
2021;100(2):73-75 (In Russ.).

doi:10.17116/stomat202110002173

2. Zimbran A, Dudea D, Gasparik C, Dudea S. Ultra-
sonographic evaluation of periodontal changes during
orthodontic tooth movement – work in progress. *Clujul
Med.* 2017;90(1):93-98.

doi: 10.15386/cjmed-663

3. Jiang F, Xia Z, Li S, Eckert G, Chen J. Mechanical
environment change in root, periodontal ligament,
and alveolar bone in response to two canine retraction
treatment strategies. *Orthod Craniofac Res.* 2015;18Sup-
pl1(01):29-38.

doi: 10.1111/ocr.12076

4. Antosik RM. The analysis of the effectiveness of
orthodontic treatment of patients with congestion of

teeth on aligners dent on 3d- and dpm-technology. *Vest-
nik nauki i obrazovaniâ.* 2018;1(37):88-90. Available from:

[https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-effektivnosti-
ortodonticheskogo-lecheniya-patsientov-so-skuchen-
nostyu-zubov-na-elaynerah-izgotovlennyh-po-3d-i-
dpm-tehnologii](https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-effektivnosti-
ortodonticheskogo-lecheniya-patsientov-so-skuchen-
nostyu-zubov-na-elaynerah-izgotovlennyh-po-3d-i-
dpm-tehnologii)

5. Yang L, Li F, Cao M, Chen H, Wang X, Chen X,
et al. Quantitative evaluation of maxillary interradi-
cular bone with cone-beam computed tomography for bi-
cortical placement of orthodontic mini-implants. *Am J
Orthod Dentofacial Orthop.* 2015;147(6):725-737.

doi: 10.1016/j.ajodo.2015.02.018.

6. Montúfar J, Romero M, Scougall-Vilchis RJ. Hybrid
approach for automatic cephalometric landmark anno-
tation on cone-beam computed tomography volumes. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2018;154(1):140-150.

doi: 10.1016/j.ajodo.2017.08.028

7. Boke F, Gazioglu C, Akkaya S, Akkaya M. Relation-
ship between orthodontic treatment and gingival health:

A retrospective study. *Eur J Dent.* 2014;8(3):373-380.

doi: 10.4103/1305-7456.137651

8. Zimbran A, Dudea S, Dudea D. Evaluation of periodontal tissues using 40MHz ultrasonography. preliminary report. *Med Ultrason.* 2013;15(1):6-9.

doi: 10.11152/mu.2013.2066.151.az1ept2

9. Chifor R, Hedeşiu M, Bolfa P, Catoi C, Crişan M, Serbănescu A, et al. The evaluation of 20 MHz ultrasonography, computed tomography scans as compared to direct microscopy for periodontal system assessment. *Med Ultrason.* 2011 Jun;13(2):120-126. Available from:

<http://www.medultrason.ro/the-evaluation-of-20-mhz-ultrasonography-computed-tomography-scans-as-compared-to-direct-microscopy-for-periodontal-system-assessment/t>

10. Astaf'eva NV, Pisarevsky YL, Kuharenko YV. Application of ultrasonic dopplerography for the estimation of efficiency of orthodontic treatments of crowding position of the teeth. *Siberian Medical Journal (Irkutsk).* 2009;85(2):43-45 (In Russ.). Available from:

<https://cyberleninka.ru/article/n/primeneniye-ultrazvukovoy-dopplerografii-dlya-otsenki-effektivnosti-ortodonticheskogo-lecheniya-skuchennosti-zubov>

11. Danilova MA, Dmitrienko IV, Arutyunyan LI. 3D cephalometric assessment of bone tissue condition during the orthodontic treatment with clear aligners. *Pediatric dentistry and dental prophylaxis.* 2022;22(1):58-62 (In Russ.).

doi:10.33925/1683-3031-2021-22-1-58-62

12. Liu H, Sun J, Dong Y, Lu H, Zhou H, Hansen BF, et al. Periodontal health and relative quantity of subgingival *Porphyromonas gingivalis* during orthodontic

treatment. *Angle Orthod.* 2011;81(4):609-15.

doi: 10.2319/082310-352.1

13. Zasciurinskiene E, Lindsten R, Slotte C, Bjerklin K. Orthodontic treatment in periodontitis-susceptible subjects: a systematic literature review. *Clin Exp Dent Res.* 2016;2(2):162-173.

doi: 10.1002/cre2.28

14. Azaripour A, Weusmann J, Mahmoodi B, Peppas D, Gerhold-Ay A, Van Noorden CJ, et al. Braces versus Invisalign®: gingival parameters and patients' satisfaction during treatment: a cross-sectional study. *BMC Oral Health.* 2015;15:69.

doi: 10.1186/s12903-015-0060-4

15. Yassir YA, Nabbat SA, McIntyre GT, Bearn DR. Clinical effectiveness of clear aligner treatment compared to fixed appliance treatment: an overview of systematic reviews. *Clin Oral Investig.* 2022;26(3):2353-2370.

doi: 10.1007/s00784-021-04361-1

16. Robertson L, Kaur H, Fagundes NCF, Romanyk D, Major P, Flores Mir C. Effectiveness of clear aligner therapy for orthodontic treatment: A systematic review. *Orthod Craniofac Res.* 2020;23(2):133-142.

doi: 10.1111/ocr.12353

Конфликт интересов:

Автор декларирует отсутствие конфликта интересов/

Conflict of interests:

The author declares no conflict of interests

Поступила / Article received 16.05.2022

Поступила после рецензирования / Revised 21.05.2022

Принята к публикации / Accepted 22.05.2022

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

Дмитриенко Ирина Вадимовна, врач-ортодонт, соискатель кафедры детской стоматологии и ортодонтии Пермского государственного медицинского университета им. акад. Е. А. Вагнера, Пермь, Российская Федерация

Для переписки: alexandrova_lar@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5588-5000>

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Irina V. Dmitrienko, DMD, orthodontist, external PhD student, Department of Pediatric Dentistry and Orthodontics, Vagner Perm State Medical University, Perm, Russian Federation

For correspondence: alexandrova_lar@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5588-5000>



ЖУРНАЛЫ ИЗДАТЕЛЬСКОЙ ГРУППЫ РПА

Журнал «Пародонтология»

Стоимость подписки в печатном виде на 2022 год по России – 2700 рублей

Подписной индекс в каталоге «Урал-Пресс» – ВН018550

Электронная версия в открытом доступе

www.parodont.ru

PubMed NLM ID: 101535619

Импакт-фактор: 1.8