

Endodontide Bilgisayar Kontrollü Lokal Anestezinin Yeri

Merve Çoban Öksüzer¹

Özet

Lokal anestezi diş hekimliğinde hastaların ağrısız bir şekilde tedavi olmalarını sağlamak için yaygın olarak kullanılır. Hastaların lokal anesteziye karşı duydukları korku onların tedaviden kaçınmalarına sebep olabilir. Bu durum bireylerin ağız-diş sağlığının bozulmasına ve daha komplike tedavilere yol açabilir. Lokal anestezi yapılırken meydana gelen ağrı genellikle enjeksiyon esnasında oluşan basıncın kontrol edilememesinden kaynaklanır. Doku pH'ı ve ilgili dişin durumu da dental anestezi başarısını etkileyen etmenlerdir. Özellikle irreversible pulpitisli mandibular molar dişlerde anestezi sağlamak oldukça zordur. Bu hastalar bir de dental işlemlere karşı kaygılı ve korkulu oldukları zaman tedaviyi yönetmek oldukça zorlaşabilir. Bu gibi durumları yönetmek ve anestezi başarısını arttırmak için bazı anestezi tekniklerinden yardım alınabilir. Son yıllarda yaygınlaşan bilgisayar destekli lokal anestezi teknikleri ağrıyı ve kaygıyı azaltmaktadır. Bu amaçla piyasada birçok cihaz tanıtılmıştır. Bilgisayar destekli lokal anestezide, anestezi solüsyonunun dokuya verilmiş hızı ve basıncı kontrol edilebilir böylece hasta için daha ağrısız ve konforlu bir süreç gerçekleşmiş olur.

1.Giriş

1.1.Lokal Anesteziklerin Etki Mekanizması

Lokal anestezi, sinir sonlanmalarındaki iletimin baskı altına alınması ya da uyarının azalmasıyla vücudun ilgili bölümünde meydana gelen duyu kaybıdır ¹. Lokal anesteziklerin etki mekanizmasının farklı şekillerde olabileceği düşünülmektedir. Lokal anestezikler başta periferik sinirlerde olmak üzere tüm uyarılabilir dokularda depolarizasyon blokajıyla membran stabilizasyonu sağlar. En çok kabul edilen görüşe göre bu blokaj lokal

1 Uzman Diş Hekimi, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi, mervecoban456@gmail.com, 0000-0003-3437-0969

anesteziğin Na⁺ kanallarının iç yüzeyindeki reseptörlere bağlanarak kanalların aktivasyonunu gerçekleştirmesi ve membran depolarizasyonuna bağlı olarak Na⁺ iyonu geçişini önlemesiyle olur. Bu durumda istirahat membran potansiyeli veya eşik düzeyi değişmez ancak depolarizasyon hızı yavaşlar. Uyarı bir türlü eşik düzeyine ulaşmadığı için aksiyon potansiyeli oluşmaz. Bazı lokal anestezikler ise membran penetrasyonu ile membranın genişlemesine ve kanal bozulmasına yol açabilir. Yüzey gerilim teorisine göre ise lokal anesteziklerin aksonal membrana parsiyel penetrasyonları transmembran potansiyelini yükselterek depolarizasyonu inhibe eder ². Lokal anestezi ile vücudun yalnızca belli bölgelerinde duyu kaybı oluşturulurken hastanın bilinç düzeyi etkilenmez ¹.

1.2.Lokal Anestezi, Korku ve Ağrı

Lokal anestezikler diş hekimliğinde hastaların ağrı duymadan tedavi olmalarını sağlamak amacıyla yaygın olarak kullanılır ³. Günümüzde birçok dental işlem lokal anestezi altında gerçekleştirilmektedir ve lokal anestezi hastalarda korku ve kaygı gibi duyguları tetikleyerek tedaviden kaçınmalarına sebep olabilir ^{4,5}. Ayrıca hastanın geçmişte yaşadığı lokal anestezi uygulanmasıyla ilişkili ağrılı ve hoş olmayan hisler, anesteziye karşı bilindik ve kalıcı olan bir korkuya, hatta dentofobinin gelişmesine yol açabilir ⁶. Bu durum ağız-diş sağlığının bozulmasına ve daha ileri tedavilere yol açabilir ⁷. Huh ve ark. yaptıkları çalışmada hastalarda korkuya neden olan başlıca faktörlerin ağrı korkusu, iğne korkusu ve anestezi sağlanamaması korkusu olduğunu bildirmişlerdir ⁸. Suudi Arabistan'da diş problemi yaşayan kadın hastaların %65'i hayatı boyunca iğne fobisi yaşamıştır ve %34,6'sı iğne fobisi nedeniyle diş tedavisinden kaçınmıştır ⁹. Kök kanal tedavisi için başvuran hastaların korku sebepleri de ağrı, iğne, uyuşmada zorluk ve anksiyetedir ¹⁰.

Geleneksel şırınga anestezisinden kaynaklanan korkudan dolayı, birçok insan diş bakımı aramaktan vazgeçebilir veya sadece acil durumlarda diş hekimine başvurabilir. Ayrıca, diş hekimlerinin genellikle zorlandığı mandibular bloklar başarısızlıkla sonuçlanabilir, bu da yetersiz ağrı kontrolüne neden olur ve derin anestezi elde etmek için ikinci bir enjeksiyon ihtiyacı ortaya çıkarır. Sonuç olarak bu durum hoş olmayan hislerin birikmesine yol açar ¹¹⁻¹⁴.

Hastayı rahatlatmak ve ağrıyı hafifletmek için anestezik solüsyonun enjeksiyonu esnasında farklı yollar denenebilir. Anestezi çözeltisinin vücut sıcaklığına ısıtılması ¹⁵ veya enjeksiyon süresinin arttırılmasının ¹⁶ yanında topikal anestezikler hastaların enjeksiyondan önce rahatlamasına yardımcı olabilir ¹⁷. Yavaş bir enjeksiyon rahatsızlığı azaltmanın en etkili yolu olsa

da, klinik ortamlarda bu durumun kontrolü ve sürdürülmesi zor olabilir ¹⁸. Lokal anestezi esnasında oluşan ağrı genellikle enjeksiyon esnasında oluşan basıncın kontrol edilememesinden kaynaklanmaktadır ¹⁹. İğne fobisi olan hastaların diş enjeksiyonlarıyla ilişkili korkusu basınç kontrollü anestezi kullanılarak yönetilebilir ²⁰.

1.3.Bilgisayar Kontrollü Lokal Anestezi

Son yıllarda yaygınlaşan bilgisayar kontrollü lokal anestezi (BKLA) uygulama sistemleri ağrıyı ve kaygıyı azaltmaktadır ¹⁹. BKLA tekniğinde enjeksiyon hızı ayarlanabilmektedir ^{21,22}. Solüsyon önceden belirlenen hızda uzun sürede zerk edilir ²³. BKLA cihazı ile ağız içinde her bölgeye lokal anestezi uygulanabilir ²⁴. Anestezi solüsyonunun akış hızının ayarlanabilmesi, pediatrik hastalar tarafından kolay kabul edilmesi, hem hekim hem de hastanın stres seviyesini azaltması ve uygulama esnasında hekime iyi bir dokunsal duyarlılık sağlaması gibi özellikleri geleneksel anesteziye göre üstün yanlarıdır. Ancak kullanımı yetkinlik ve ekipman gerektirir, maliyeti yüksektir ve uygulama süresi uzundur ²³.

İlk piyasaya sürülen BKLA cihazı Wand™ (Milestone Scientific, Livingston, Nem Jersey, ABD)'dir ²⁵. Tek kullanımlık çok hafif bir el aleti bileşeni, ayakla çalışan bir pedal ve bilgisayar kontrol ünitesinden oluşur. Periodontal ligament ve damak gibi esnek bir dokuda bile rahat ve etkili bir enjeksiyona olanak sağlar. Solüsyonun sabit ve çok düşük hızda verilmesiyle doku basıncı ve enjeksiyon ağrısı en aza indirilir. Ancak uygulama sırasında solüsyon hastanın ağızına damlayabilir ve kötü bir tada neden olabilir, bu yüzden damlayan solüsyonun aspirasyonu gereklidir. Diğer bir dezavantajı ise pahalı olması ve uygulama süresinin uzun olmasıdır ²⁶. Aynı üretici daha sonra Wand Plus ve CompuDent'i tanıttı. Comfor Control Syringe (Densply, Midwest, Canada) Wand Plus'ın (Milestone Scientific) yerine 2001 yılında tanıtıldı ²⁷. Bu sistemde Wand (Milestone Scientific) sisteminden farklı olarak ayak pedali yoktur ve enjektör direkt olarak enjeksiyon yapar ve aspirasyon kontrol edilebilir ²⁸. Benzer ürünler arasında Anaject (Nippon Shika Yakuhin, Shimonoseki, Japonya) ve Ora Star (Showa Uyakuhin Kako, Tokyo, Japonya) bulunmaktadır ²⁷. Dentapen® (Septodont, Lancaster, PA) rahatlığı ve kullanım kolaylığı ile öne çıkmıştır. Kullanılması için özel bir eğitim gerektirmez, kablosuz ve motorlu bir şırınga sistemidir. Tüm markalardaki tüm anestetik iğnelerle ve kartuşlarla uyumludur. Şırınga ya da kalem şeklinde tutulmasına izin verebilen çeşitli enjeksiyon ayarlarına sahiptir ²⁹.

İntraosseöz enjeksiyonlar için de Stabident (Fairfax Dental Inc.), X-Tip (Dentsply International Inc.), IntraFlow (Pro-Dex Incorporated, Santa Ana, CA, USA), QuickSleeper (Dental Hi-Tec, Cholet, France) Quick Sleeper 2 (Dental Hi-Tec, Cholet, France), SleeperOne cihazları (Dental Hi-Tec, Cholet, Fransa) ve Anesto® (W&H Dentalwerk; Burmoos GmbH) gibi cihazlar tanıtılmıştır³⁰⁻³⁴. Stabident (Fairfax Dental) sistemi perforatörden ve enjeksiyon iğnesinden oluşur. İlk olarak perforasyon alanında topikal anestezi sağlanır, sonra perforatörle kemik perfore edilir ve bu bölgede solüsyon depolanır. Bu sisteminin avantajı maliyetinin düşük olması; dezavantajı açılan perforasyonun kaybedilme riskidir. Bu yüzden perforasyon alanını yapışık dişetinde rahatça görebileğimiz bir bölgede açmamız gerekmektedir. Alternative Stabident sistemi mevcut dezavantajın ortadan kaldırılması için geliştirilmiştir³⁵⁻³⁸. Açılan perforasyon alanının bulunamaması sorununa karşılık geliştirilen bir diğer sistem X-Tip (Dentsply) anestezi sistemidir³⁸. Quicksleeper (Dental Hi-Tec) cihazının iğnesi kalem tutar şekilde tutulabilir ve enjeksiyon hızı ayak pedalı ile kontrol edilir. Cihaza 4 adet farklı enjeksiyon hızı programlanmıştır. Cihazın el ünitesinde uygulanan solüsyon miktarı ve solüsyona gösterilen direnç izlenebilir²⁸. SleeperOne (Dental Hi-Tec) cihazı kalem şeklinde tutulabilen bir yapıya sahiptir, bu sayede hem uygulayıcının kolay kullanımı sağlanmıştır hem de hastaların cihaza karşı bakışı yumuşatılmıştır. Hafiftir ve uygulanan alan çok rahat bir şekilde gözle takip edilebilir^{39,40}. IntraFlow (Pro-Dex Inc.), sistemi bir el aleti ve buna bağlı enjeksiyon sisteminden oluşmaktadır. Aynı anda hem perforasyon hem de anestezi sağlanmaktadır. Enjeksiyonun tek aşamada yapılması sayesinde görüşün zor olduğu alanlarda çalışmak kolaylaşır. Kortikal kemiğin çok kalın olduğu durumlarda lingualden uygulanabilir³⁸. Yüksek maliyet ise dezavantajı olarak gösterilebilir³⁶.

İntraosseöz enjeksiyon tekniği geleneksel yöntemler başarısız olduğunda kullanılacak en başarılı ek yöntemlerden biridir⁴¹. Anestezik solüsyon alveolar kemiğe enjekte edilir ve yumuşak doku uyusukluğu olmaz. Geleneksel sinir bloğu anestezisine göre daha az miktarda solüsyon gerekir^{1,42}. Enjeksiyon hızı kontrol edilebilir ve daha az ağırlı bir yöntemdir. Bilgisayar kontrollü intraosseöz anestezi (BKİA) yöntemlerinin en önemli özelliği tek bir kanülün penetrasyonu ile hem bukkal hem palatal/lingual bölgede uyusukluk sağlanabiliyor olmasıdır²⁴. Ayrıca yumuşak doku uyusmadığı için dudak, yanak sıyrılmaması gibi komplikasyonların da önüne geçilmiş olunur⁴³. BKİA ile infiltrasyon, intraligamentar ve intraseptal anestezi de yapılabilir⁴⁴. Ancak uygulama süresinin uzun olması ve etki süresinin kısa olması gibi dezavantajlarının⁴⁴ yanı sıra işlem sonrası periodontal dokuda ağrı⁴⁵, lingual

kemikte perforasyon ⁴⁶ ve kanülün dokuda kalma olasılığı ⁴⁷ gibi durumlar da yaşanabilmektedir ⁴⁸.

BKİA genellikle tek bir teknik olarak kullanılırken ^{49,50}, birincil anestezi tekniği olarak kullanıldığını gösteren başarılı çalışmalar da mevcuttur ⁵¹⁻⁵³. İrreversible pulpitisli mandibular molar dişlerde BKİA ile inferior alveolar sinir bloğu anestezisi karşılaştırıldığında bazı çalışmalar BKİA'yı daha başarılı bulurken ^{51,53}, bazı çalışmalar aralarında anlamlı bir fark olmadığını belirtmişlerdir ^{31,52}. Bununla birlikte tekniğin hangi bölgeye uygulanacağı da önemli olabilmektedir. Bir çalışmada mandibular dişlere yapılan BKİA sonrası anestezi süresi 45 dakikaya kadar uzanırken, kanin dişlerde bu sürenin 1 dakika gibi kısa bir zamanla sınırlı kaldığını göstermiştir ⁴⁸. BKİA teknikleri spongioz kemik yoğunluğundan etkilenir ve ağzın farklı bölgelerindeki kemik yoğunluğu farklılıkları nedeniyle bu anestezi tekniğindeki pulpa anestezisi başarı oranı tüm dişler veya hastalar için aynı değildir ⁵⁴.

Diş tedavilerinden önce lokal anesteziye bağlı ağrıyı ve kaygıyı yönetmek için yeni cihazlarının geliştirilmesi ve enjeksiyon prosedürlerindeki ayarlamalar, endişeli yetişkin hastalarda ve çocuklarda uygulayıcılara enjeksiyon esnasında daha az ağrı ile sonuçlanan daha basit bir tedavi yaklaşımı sunmaktadır ^{55,56}. Bir çalışmanın sonuçlarına göre BKLA kullanımıyla, hastalara lokal anestezi uygulanması ve bunu gördükleri esnadaki konfor seviyeleri iyileşmiştir ve zamanla tedaviye olan uyumları ve takdirleri artmıştır ⁵⁷. BKLA ile diş hekimi ve hasta memnuniyetini araştıran başka bir çalışmada hem hastaların hem de hekimlerin anestezi etkinliğinden memnun kaldığı gösterilmiştir. Hastalar enjeksiyonla ilgili konfor seviyesinden, diş hekimleri de anestezi dağıtım sisteminin ve anestezinin performansından memnun kalmışlardır. Ancak hekimler sistemi günlük uygulamada kullanmayı seçmemişlerdir ⁵⁷. Bunun sebebi vakit alıcı ve maliyetinin yüksek olması olabilir. Bir diğer çalışmada ⁵⁸ diş hekimleri BKLA ve geleneksel anesteziyi hasta konforu ve anestezi derinliği açısından yaklaşık eşit olarak değerlendirmiştir. Hastalar ise BKLA ile geleneksel anesteziyi anksiyete düzeyi, anestezi derinliği, genel deneyim ve enjeksiyon konforu açısından benzer şekilde değerlendirmişlerdir ve hastaların BKLA cihazına bakış açıları iyidir

1.4.Enflamatuar Dokuda Lokal Anestezi

Doku pH'ı ve ilgili dişin durumu da dental anestezi başarısını etkileyen etmenlerdir ⁵⁹. Periapikal inflamasyon ve sonucunda oluşan ürünler ortam pH'ını düşürür. Zayıf baz karakterinde olan lokal anestezi maddenin bir kısmı asidik enflamatuar ortamda iyonize olur. Bu olayın sonucunda sinir membranından geçen molekül miktarı azalır ve anestezi maddenin

etkinliği azalmış olur. Sonuç olarak anestezi etki azalır veya engellenir. Lokal anestezi maddeleri sinir hücrelerinin aksiyon potansiyeli oluşturacak eşik değerini yükseltirler. İnflamasyon ürünleri ise bu eşik değeri düşürürler. Normal koşullarda sinirde aksiyon potansiyeli oluşmasına neden olmayacak bir durum bile sinir hücrelerinin uyarılmasına neden olabilir. Ayrıca periapikal inflamasyon sonucu kan damarlarında oluşan vazodilataşyon nedeniyle anestezi madde daha az dokuda kalır, daha hızlı metabolize olur. Bu durumların önüne geçmek ve anestezi başarısını arttırmak için yapılacak birkaç yöntem vardır ⁶⁰. Bunlar anestezi solüsyonun inflamatuvar dokudan uzağa sağlıklı dokuya yapılması ⁶⁰, asidik ortamın etkisini azaltmak için tamponlanmış anestezi solüsyon kullanılması ⁶⁰, vazokonstriktör içeren lokal anestezi kullanılması ¹ ve intraosseöz enjeksiyon yapan sistemlerin kullanılmasıdır ⁶¹.

Kök kanal tedavisi yaparken hem hasta konforunu sağlamak hem de operatör stresini azaltmak için etkili bir ağrı kontrolü gereklidir. Lokal anesteziler normal bir dokuda anestezi elde edilmesinde oldukça başarılı olsa da, yukarıda bahsedilen nedenlerden ötürü iltihaplı dokuda genellikle başarısızdır ⁶². Asemptomatik mandibular birinci molar dişlerde geleneksel yöntem ile uygulanan rejyonel anestezide başarı %70 gibi bir düzeyde iken ⁶³, irreversible pulpitisli mandibular molar dişlerde başarı oranı %30'lara düşmektedir ⁶⁴. İrreversible pulpitisli mandibular molar dişlerde intraosseöz anestezinin kullanılmasıyla anestezi etkinliğinin atıldığı gösteren çalışmalar bulunmaktadır ⁶⁵⁻⁶⁷. Nusstein ve ark. ⁶⁸ yaptıkları çalışmada irreversible pulpitisli mandibular molar dişlere sahip hastalarda inferior alveolar sinir bloğu ile derin pulpa anestezisi sağlanamadığında BKLA ile ek intraligamenter enjeksiyon uygulamıştır ve hastaların %56'sında başarılı sonuç almıştır. Bhuyan ve ark. ⁶¹ yaptıkları çalışmada irreversible pulpitisli mandibular molar dişlerde inferior alveolar sinir bloğu derin pulpal anestezisini sağlamada başarısız olduğunda, X-tip sistemi ile başarılı sonuca varmıştır. X-tip ile ek intraosseöz enjeksiyon hastada rahatlatıcı, hızlı ve sağlam bir anestezi sağlamıştır. Sonuç olarak ciddi ağrılı iltihaplı dişlerin geleneksel anestezi yöntemleri ile yönetilmesinin genellikle zor olduğu ve lokal anestezi başarısızlığının yaygın bir olay olduğu açıktır ⁶¹. Yapılan bir meta-analiz çalışmasında anestezi başarısını arttırmak için kullanılan çeşitli anestezi çözümleri ve tekniklerdeki cesaret verici sonuçlara rağmen, özellikle irreversible pulpitisli mandibular molar dişler için kök kanal tedavisi esnasında ağrının öngörülebilir ve tamamen üstesinden gelinebilecek bir durum olmadığı belirtilmiştir ⁶⁹.

2.Sonuç

Kök kanal tedavisi gibi hem hastayı hem hekimi zorlayan süreçlerde etkili ağrı kontrolü çok önemlidir. Semptomatik irreversible pulpitis gibi şiddetli ağrı durumlarında geleneksel anestezi yöntemleri yeterli olmayabilir. Ayrıca kanal tedavisine karşı ağrı korkusu olan, iğne fobisi olan ve bu yüzden tedaviye başvurmayan veya tedaviyi erteleyen hastaların ağız-diş sağlıkları zamanla daha kötüye gider. Tüm bunların üstesinden gelebilmek ve hastanın rahat ve ağrısız bir tedavi süreci geçirebilmesi adına geleneksel anestezi yöntemlerinin yanında BKLA sistemlerinden faydalanılabilir. BKLA kullanımındaki zorluklar ve maliyetler, uygulamanın yaygınlaşmasını sınırlasa da, endodontik tedavilerde hasta konforunu artırmak ve tedaviye olan uyumu sağlamak açısından büyük önem taşımaktadır. Gelecekte, bu tekniklerin daha etkin bir şekilde uygulanması, tedavi sürecinde hastaların korkularını azaltarak diş hekimliği pratiğini daha verimli hale getirebilir.

Kaynakça

1. Malamed, S. F. (1997). *Handbook of Local Anesthesia* (4th ed.).
2. Scholz, A. (2002). Mechanisms of (local) anaesthetics on voltage-gated sodium and other ion channels. *British Journal of Anaesthesia*, 89(1), 52–61. <https://doi.org/10.1093/bja/acf163>
3. Ogle, O. E., & Mahjoubi, G. (2011). Advances in Local Anesthesia in Dentistry. *Dental Clinics of North America*, 55(3), 481–499. <https://doi.org/10.1016/j.cden.2011.02.007>
4. Matthews, D. C., Rocchi, A., & Gafni, A. (2001). Factors affecting patients' and potential patients' choices among anaesthetics for periodontal recall visits. *Journal of Dentistry*, 29(3), 173–179. [https://doi.org/10.1016/S0300-5712\(01\)00009-4](https://doi.org/10.1016/S0300-5712(01)00009-4)
5. Smail-Faugeron, V., Muller-Bolla, M., Sixou, J.-L., & Courson, F. (2015). Split-mouth and parallel-arm trials to compare pain with intraosseous anaesthesia delivered by the computerised Quicksleeper system and conventional infiltration anaesthesia in paediatric oral healthcare: protocol for a randomised controlled trial. *BMJ Open*, 5(7), e007724. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2015-007724>
6. Vanhee, T., Mourali, S., Bottenberg, P., Jacquet, W., & Vanden Abbeele, A. (2020). Stimuli involved in dental anxiety: What are patients afraid of?: A descriptive study. *International Journal of Paediatric Dentistry*, 30(3), 276–285. <https://doi.org/10.1111/ipd.12595>
7. Gomes, G. B., Stabile, C. L. P., & Ximenes, V. S. (2020). Avaliação e manejo da ansiedade e fobia odontológica: a psicologia na formação do cirurgião-dentista. *Revista Da Faculdade de Odontologia de Porto Alegre*, 61(2), 80–94. <https://doi.org/10.22456/2177-0018.101020>
8. Huh, Y. K., Montagnese, T. A., Harding, J., Aminoshariae, A., & Mickel, A. (2015). Assessment of Patients' Awareness and Factors Influencing Patients' Demands for Sedation in Endodontics. *Journal of Endodontics*, 41(2), 182–189. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2014.10.009>
9. Zakirulla, M., Togoo, R., Alqahtani, A., Al-Ahmari, N., Alawwad, S., Alshahrani, M., Alqahtani, M., Alshahrani, N., Jathmi, A., Alsalhi, H. Y., Algafer, K., Alharthi, A. S., & Aldukayn, M. A. (2020). Nature and Prevalence of Needle Phobia Among Female Saudi Dental Patients. *Journal of Research in Medical and Dental Science*, 8, 221–224. <https://consensus.app/papers/nature-and-prevalence-of-needle-phobia-among-female-saudi-zakirulla-togoo/704b3d005f745fac9075848e822b69eb/>
10. Huh, Y. K., Montagnese, T. A., Harding, J., Aminoshariae, A., & Mickel, A. (2015). Assessment of Patients' Awareness and Factors Influencing Patients' Demands for Sedation in Endodontics. *Journal of Endodontics*, 41(2), 182–189. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2014.10.009>

11. Zarei, M., Ghoddusi, J., Sharifi, E., Forghani, M., Afkhami, F., & Marouzi, P. (2012). Comparison of the anaesthetic efficacy of and heart rate changes after periodontal ligament or intraosseous X□Tip injection in mandibular molars: a randomized controlled clinical trial. *International Endodontic Journal*, *45*(10), 921–926. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2012.02050.x>
12. Özer, S., Yaltirik, M., Kirli, I., & Yargic, I. (2012). A comparative evaluation of pain and anxiety levels in 2 different anesthesia techniques: loco-regional anesthesia using conventional syringe versus intraosseous anesthesia using a computer-controlled system (Quicksleeper). *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*, *114*(5), S132–S139. <https://doi.org/10.1016/j.oooo.2011.09.021>
13. Beneito-Brotons, R., Penarrocha-Oltra, D., Ata-Ali, J., & Penarrocha, MA. (2012). Intraosseous anesthesia with solution injection controlled by a computerized system versus conventional oral anesthesia: a preliminary study. *Medicina Oral Patología Oral y Cirugía Bucal*, *e426–e429*. <https://doi.org/10.4317/medoral.17543>
14. Sovatdy, S., Vorakulpipat, C., Kiattavorncharoen, S., Saengsirinavin, C., & Wongsirichat, N. (2018). Inferior alveolar nerve block by intraosseous injection with Quicksleeper® at the retromolar area in mandibular third molar surgery. *Journal of Dental Anesthesia and Pain Medicine*, *18*(6), 339. <https://doi.org/10.17245/jdapm.2018.18.6.339>
15. Libonati, A., Nardi, R., Gallusi, G., Angotti, V., Caruso, S., Coniglione, F., Marzo, G., Mattei, A., Tecco, S., & Paglia, L. (2018). Pain and anxiety associated with Computer-Controlled Local Anaesthesia: systematic review and meta-analysis of cross-over studies. *European Journal of Paediatric Dentistry*, *19*(4), 324–332. <https://doi.org/10.23804/ejpd.2018.19.04.14>
16. Ram, D., Hermida, L. B., & Peretz, B. (2002). A comparison of warmed and room-temperature anesthetic for local anesthesia in children. *Pediatric Dentistry*, *24*(4), 333–336.
17. Fatani, B. A., Alhilar, A. I., Alkhamali, I. S., Alhizam, A. A., Alrumayyan, S. F., & Kalanta, R. (2023). Patient's Psychological Perception of Topical Anesthetic in Reducing Dental Needle Pain: A Descriptive Study. *Journal of Nature and Science of Medicine*, *6*(3), 137–141. https://doi.org/10.4103/jnsm.jnsm_154_22
18. Saloum, F. S., Baumgartner, J. C., Marshall, G., & Tinkle, J. (2000). A clinical comparison of pain perception to the Wand and a traditional syringe. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, *89*(6), 691–695. <https://doi.org/10.1067/moc.2000.106333>

19. Tüloğlu Nuray, & Bayrak Şule. (2010). Çocuk Diş Hekimliğinde Kullanılan Lokal Anestezi Teknikleri Ve Güncel Yaklaşımlar. *Atatürk Üniversitesi Diş Hekim Fakültesi Dergisi*, 53–61.
20. Makade, C., Sheno, P., & Gunwal, M. (2014). Comparison of acceptance, preference and efficacy between pressure anesthesia and classical needle infiltration anesthesia for dental restorative procedures in adult patients. *Journal of Conservative Dentistry*, 17(2), 169. <https://doi.org/10.4103/0972-0707.128063>
21. Hochman, M., Chiarello, D., Hochman, C. B., Lopatkin, R., & Pergola, S. (1997). Computerized local anesthetic delivery vs. traditional syringe technique. Subjective pain response. *The New York State Dental Journal*, 63(7), 24–29.
22. Saloum, F. S., Baumgartner, J. C., Marshall, G., & Tinkle, J. (2000). A clinical comparison of pain perception to the Wand and a traditional syringe. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 89(6), 691–695. <https://doi.org/10.1067/moc.2000.106333>
23. Angelo, Z., & Polyvios, C. (2018). Alternative practices of achieving anesthesia for dental procedures: a review. *Journal of Dental Anesthesia and Pain Medicine*, 18(2), 79. <https://doi.org/10.17245/jdapm.2018.18.2.79>
24. Han, K., & Kim, J. (2018). Intraosseous anesthesia using a computer-controlled system during non-surgical periodontal therapy (root planing): Two case reports. *Journal of Dental Anesthesia and Pain Medicine*, 18(1), 65. <https://doi.org/10.17245/jdapm.2018.18.1.65>
25. ASHKENAZI, M., BLUMER, S., & ELI, I. (2010). Effect of computerized delivery intraligamental injection in primary molars on their corresponding permanent tooth buds. *International Journal of Paediatric Dentistry*, 20(4), 270–275. <https://doi.org/10.1111/j.1365-263X.2010.01049.x>
26. Kandiah, P., & Tahmassebi, J. F. (2012). Comparing the onset of maxillary infiltration local anaesthesia and pain experience using the conventional technique vs. the Wand in children. *British Dental Journal*, 213(9), E15–E15. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2012.988>
27. Saxena, P., Gupta, S., Newaskar, V., & Chandra, A. (2013). Advances in dental local anesthesia techniques and devices: An update. *National Journal of Maxillofacial Surgery*, 4(1), 19. <https://doi.org/10.4103/0975-5950.117873>
28. Al-Obaida, M. I., Haider, M., Hashim, R., AlGheriri, W., Celur, S. L., Al-Saleh, S. A., & Al-Madi, E. M. (2019). Comparison of perceived pain and patients' satisfaction with traditional local anesthesia and single tooth anesthesia: A randomized clinical trial. *World Journal of Clinical Cases*, 7(19), 2986–2994. <https://doi.org/10.12998/wjcc.v7.i19.2986>

29. Fernández-Castellano, E. R., Blanco-Antona, L. A., Vicente-Galindo, P., Amor-Esteban, V., & Flores-Fraile, J. (2021). Pain Experienced during Various Dental Procedures: Clinical Trial Comparing the Use of Traditional Syringes with the Controlled-Flow Delivery Dentapen® Technique. *Medicina*, 57(12), 1335. <https://doi.org/10.3390/medicina57121335>
30. Zarei, M., Ghoddusi, J., Sharifi, E., Forghani, M., Afkhami, F., & Marouzi, P. (2012). Comparison of the anaesthetic efficacy of and heart rate changes after periodontal ligament or intraosseous X-tip injection in mandibular molars: a randomized controlled clinical trial. *International Endodontic Journal*, 45(10), 921–926. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2012.02050.x>
31. Remmers, T., Glickman, G., Spears, R., & He, J. (2008). The Efficacy of IntraFlow Intraosseous Injection as a Primary Anesthesia Technique. *Journal of Endodontics*, 34(3), 280–283. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2007.12.005>
32. NUSSTEIN, J., KENNEDY, S., READER, A., BECK, M., & WEAVER, J. (2003). Anesthetic Efficacy of the Supplemental X-tip Intraosseous Injection in Patients with Irreversible Pulpitis. *Journal of Endodontics*, 29(11), 724–728. <https://doi.org/10.1097/00004770-200311000-00010>
33. Nilius, M., Mueller, C., Nilius, M. H., Haim, D., Leonhardt, H., & Laurer, G. (2020). Intraosseous anesthesia in symptomatic irreversible pulpitis: Impact of bone thickness on perception and duration of pain. *Journal of Dental Anesthesia and Pain Medicine*, 20(6), 367–375. <https://doi.org/10.17245/jdapm.2020.20.6.367>
34. Bigby, J., Reader, A., Nusstein, J., Beck, M., & Weaver, J. (2006). Articaine for Supplemental Intraosseous Anesthesia in Patients With Irreversible Pulpitis. *Journal of Endodontics*, 32(11), 1044–1047. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2006.06.006>
35. Horalek, A. L., & Liewehr, F. R. (2007). *A new approach to intraosseous anesthesia : the Intraflow™ HTPAnesthesia System*. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:32024043>
36. Clark, T. M., & Yagiela, J. A. (2010). Advanced Techniques and Armamentarium for Dental Local Anesthesia. *Dental Clinics of North America*, 54(4), 757–768. <https://doi.org/10.1016/j.cden.2010.06.017>
37. <http://www.stabident.com/index.html>. (n.d.).
38. Yapıcı, C. A. (2020). *YENİ NESİL DENTAL ANESTEZİ TEKNİKLERİ*. İstanbul Üniversitesi.
39. Alamoudi, N. M., Baghlaf, K. K., Elashiry, E. A., Farsi, N. M., El Derwi, D. A., & Bayoumi, A. M. (2016). The effectiveness of computerized anesthesia in primary mandibular molar pulpotomy: A randomized controlled trial.

- rolled trial. *Quintessence International (Berlin, Germany : 1985)*, 47(3), 217–224. <https://doi.org/10.3290/j.qi.a34977>
40. Fedaa, M., Amoudi, N. Al, Sharaf, A., Hanno, A., Farsi, N., Masoud, I., & Almushyt, A. (2010). A Comparative Study of Children's Pain Reactions and Perceptions to AMSA Injection using CCLAD versus Traditional Injections. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 34(3), 217–222. <https://doi.org/10.17796/jcpd.34.3.3201174255560520>
 41. Bhuyan, A., Latha, S., Jain, S., & Katak, R. (2014). Anesthetic efficacy of the supplemental X-tip intraosseous injection using 4% articaine with 1:100,000 adrenaline in patients with irreversible pulpitis: An in vivo study. *Journal of Conservative Dentistry*, 17(6), 522. <https://doi.org/10.4103/0972-0707.144578>
 42. Wong, J. K. (2001). Adjuncts to local anesthesia: separating fact from fiction. *Journal (Canadian Dental Association)*, 67(7), 391–397.
 43. Meechan, J. G. (2002). Supplementary routes to local anaesthesia. *International Endodontic Journal*, 35(11), 885–896. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2591.2002.00592.x>
 44. Bencito-Brotos, R., Peñarrocha-Oltra, D., Ata-Ali, J., & Peñarrocha, M. (2012). Intraosseous anesthesia with solution injection controlled by a computerized system versus conventional oral anesthesia: a preliminary study. *Medicina Oral, Patología Oral y Cirugía Bucal*, 17(3), e426-9. <https://doi.org/10.4317/medoral.17543>
 45. Baghlaf, K., Alamoudi, N., Elashiry, E., Farsi, N., El Derwi, D. A., & Abdullah, A. M. (2015). The pain-related behavior and pain perception associated with computerized anesthesia in pulpotomies of mandibular primary molars: A randomized controlled trial. *Quintessence International (Berlin, Germany : 1985)*, 46(9), 799–806. <https://doi.org/10.3290/j.qi.a34553>
 46. Graetz, C., Fawzy-El-Sayed, KM., Graetz, N., & Dorfer, CE. (2013). Root damage induced by intraosseous anesthesia-An in vitro investigation. *Medicina Oral Patología Oral y Cirugía Bucal*, e130–e134. <https://doi.org/10.4317/medoral.18386>
 47. Zijdeveld, S. A. (2018). Needle breakage during local anaesthesia. *Nederlands Tijdschrift Voor Tandheelkunde*, 125(11), 587–590. <https://doi.org/10.5177/ntvt.2018.11.18185>
 48. Vongsavan, K., Samdrup, T., Kijamanmith, K., Rirattanapong, P., & Vongsavan, N. (2019). The effect of intraosseous local anesthesia of 4% articaine with 1:100,000 epinephrine on pulpal blood flow and pulpal anesthesia of mandibular molars and canines. *Clinical Oral Investigations*, 23(2), 673–680. <https://doi.org/10.1007/s00784-018-2481-3>

49. Sakkir, N., Naik, K., Jayaram, N., & Idris, M. (2014). Intraosseous injection as an adjunct to conventional local anesthetic techniques: A clinical study. *Journal of Conservative Dentistry*, 17(5), 432. <https://doi.org/10.4103/0972-0707.139828>
50. Bhuyan, A., Latha, S., Jain, S., & Kataki, R. (2014). Anesthetic efficacy of the supplemental X-tip intraosseous injection using 4% articaine with 1:100,000 adrenaline in patients with irreversible pulpitis: An in vivo study. *Journal of Conservative Dentistry*, 17(6), 522. <https://doi.org/10.4103/0972-0707.144578>
51. Pereira, L. A. P., Groppo, F. C., Bergamaschi, C. de C., Meechan, J. G., Ramacciato, J. C., Motta, R. H. L., & Ranali, J. (2013). Articaine (4%) with epinephrine (1:100,000 or 1:200,000) in intraosseous injections in symptomatic irreversible pulpitis of mandibular molars: anesthetic efficacy and cardiovascular effects. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*, 116(2), e85–e91. <https://doi.org/10.1016/j.oooo.2011.10.045>
52. Razavian, H., Kazemi, S., Khazaei, S., & Jahromi, M. Z. (2013). X-tip intraosseous injection system as a primary anesthesia for irreversible pulpitis of posterior mandibular teeth: A randomized clinical trial. *Dental Research Journal*, 10(2), 210–213. <https://doi.org/10.4103/1735-3327.113346>
53. Farhad, A., Razavian, H., & Shafice, M. (2018). Effect of intraosseous injection versus inferior alveolar nerve block as primary pulpal anaesthesia of mandibular posterior teeth with symptomatic irreversible pulpitis: a prospective randomized clinical trial. *Acta Odontologica Scandinavica*, 76(6), 442–447. <https://doi.org/10.1080/00016357.2018.1428826>
54. Meechan, J. G. (2002). Supplementary routes to local anaesthesia. *International Endodontic Journal*, 35(11), 885–896. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2591.2002.00592.x>
55. Tirupathi, S. P., Nanda, N., Pallepogu, S., Malothu, S., Rathi, N., Chauhan, R. S., Priyanka, V., & Basireddy, R. (2022). The combined effect of extraoral vibratory stimulus and external cooling on pain perception during intra-oral local anesthesia administration in children: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Dental Anesthesia and Pain Medicine*, 22(2), 87. <https://doi.org/10.17245/jdapm.2022.22.2.87>
56. Reddy, R., Upadya, V. H., Sequeira, J. P., & Chandra, J. (2024). A Randomised Split-Mouth Clinical Trial to Assess the Efficacy of Oroquiver: An Affordable Vibrotactile Device for Dental Injections. *JOURNAL OF CLINICAL AND DIAGNOSTIC RESEARCH*. <https://doi.org/10.7860/JCDR/2024/64742.18950>
57. Grace, E. G., Barnes, D. M., Macek, M. D., & Tatum, N. (2000). Patient and dentist satisfaction with a computerized local anesthetic injection sys-

- tem. *Compendium of Continuing Education in Dentistry* (Jamesburg, N.J. : 1995), 21(9), 746–748, 750, 752.
58. Grace, E. G., Barnes, D. M., Reid, B. C., Flores, M., & George, D. L. (2003). Computerized local dental anesthetic systems: patient and dentist satisfaction. *Journal of Dentistry*, 31(1), 9–12. [https://doi.org/10.1016/S0300-5712\(02\)00130-6](https://doi.org/10.1016/S0300-5712(02)00130-6)
 59. Dixit, U., & Joshi, A. (2018). Efficacy of intraosseous local anesthesia for restorative procedures in molar incisor hypomineralization-affected teeth in children. *Contemporary Clinical Dentistry*, 9(6), 272. https://doi.org/10.4103/ccd.ccd_252_18
 60. Kattan, S., Lee, S.-M., Hersh, E. V., & Karabucak, B. (2019). Do buffered local anesthetics provide more successful anesthesia than nonbuffered solutions in patients with pulpally involved teeth requiring dental therapy? *The Journal of the American Dental Association*, 150(3), 165–177. <https://doi.org/10.1016/j.adaj.2018.11.007>
 61. Bhuyan, A., Latha, S., Jain, S., & Kataki, R. (2014). Anesthetic efficacy of the supplemental X-tip intraosseous injection using 4% articaine with 1:100,000 adrenaline in patients with irreversible pulpitis: An in vivo study. *Journal of Conservative Dentistry*, 17(6), 522. <https://doi.org/10.4103/0972-0707.144578>
 62. Mecchan, J. G. (2002). Supplementary routes to local anaesthesia. *International Endodontic Journal*, 35(11), 885–896. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2591.2002.00592.x>
 63. Childers, M., Reader, A., Nist, R., Beck, M., & Meyers, W. J. (1996). Anesthetic efficacy of the periodontal ligament injection after an inferior alveolar nerve block. *Journal of Endodontics*, 22(6), 317–320. [https://doi.org/10.1016/S0099-2399\(96\)80267-6](https://doi.org/10.1016/S0099-2399(96)80267-6)
 64. Reisman, D., Reader, A., Nist, R., Beck, M., & Weaver, J. (1997). Anesthetic efficacy of the supplemental intraosseous injection of 3% mepivacaine in irreversible pulpitis. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 84(6), 676–682. [https://doi.org/10.1016/S1079-2104\(97\)90372-3](https://doi.org/10.1016/S1079-2104(97)90372-3)
 65. Martínez Martínez, A., Lujan Pardo, M. D. P., & Harris Ricardo, J. (2016). Perception of discomfort during injection and the need for supplemental anesthesia in the intraosseous technique using 4% articaine. *Acta Odontologica Latinoamericana : AOL*, 29(3), 214–218.
 66. Nilius, M., Mueller, C., Nilius, M. H., Haim, D., Leonhardt, H., & Lauer, G. (2020). Intraosseous anesthesia in symptomatic irreversible pulpitis: Impact of bone thickness on perception and duration of pain. *Journal of Dental Anesthesia and Pain Medicine*, 20(6), 367. <https://doi.org/10.17245/jdapm.2020.20.6.367>

67. Collier, T. (2018). Intraosseous anaesthesia as a primary technique for mandibular posterior teeth with symptomatic irreversible pulpitis. *Acta Odontologica Scandinavica*, 76(7), 535–537. <https://doi.org/10.1080/00016357.2018.1489558>
68. NUSSTEIN, J., CLAFFEY, E., READER, A., BECK, M., & WEAVER, J. (2005). Anesthetic Effectiveness of the Supplemental Intraligamentary Injection, Administered with a Computer-Controlled Local Anesthetic Delivery System, in Patients with Irreversible Pulpitis. *Journal of Endodontics*, 31(5), 354–358. <https://doi.org/10.1097/01.DON.0000140565.88940.60>
69. Parirokh, M., & Abbott, P. V. (2022). Present status and future directions—Mechanisms and management of local anaesthetic failures. *International Endodontic Journal*, 55(S4), 951–994. <https://doi.org/10.1111/iej.13697>