

Endodontik Motorlar

İremnur Bal¹

Özet

Endodontik motorlar, kanal tedavilerinde manuel araçların sınırlamalarını gidermek ve tedavi etkinliğini artırmak amacıyla geliştirilmiş cihazlardır. İlk olarak 20. yüzyılın ikinci yarısında ortaya çıkan bu cihazlar, 1970'lerden itibaren tork kontrolü ve hız ayarı gibi temel özelliklerle donatılmıştır. 1990'lardan itibaren kompakt ve ergonomik tasarımlar, entegre apex bulucular ve farklı hareket modları gibi teknolojik ilerlemelerle endomotorlar klinik uygulamalarda daha yaygın hale gelmiştir. 2000'li yıllarda kablosuz modellerin gelişmesiyle kullanıcı konforu ve taşınabilirlik artmış, günümüzde yapay zeka destekli cihazlar tedavi süreçlerini optimize eden akıllı sistemlere dönüşmüştür.

Endomotorlar genellikle kablolu ve kablosuz olarak sınıflandırılır. Kablolu modeller, dayanıklılık ve sabit güç kaynağı avantajları sunarken hareket özgürlüğünü sınırlar. Kablosuz modeller ise taşınabilirlik ve ergonomik kullanım sağlarken batarya ömrü gibi sınırlamalar barındırır. Ayrıca cihazlar, kapalı ve açık sistemler olarak ikiye ayrılır; kapalı sistemler uyumluluk ve stabilite sunarken, açık sistemler kullanıcıya geniş bir özelleştirme imkânı sunar.

Modern endomotorlar, tork kontrolü, dönüş hızı, hareket modları (rotary, reciprocation, adaptif hareket), entegre apex locator gibi özelliklerle donatılmıştır. Bu cihazlar, kanal tedavisinde hassasiyet, etkinlik ve zaman tasarrufu sağlarken yüksek maliyet ve teknik bilgi gerekliliği gibi dezavantajları bulunmaktadır. Sonuç olarak, endodontik endomotorlar günümüz klinik uygulamalarında vazgeçilmez araçlar olup, doğru seçimi ve etkin kullanımı klinik başarıda önemli bir rol oynamaktadır.

1 Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Endodonti Anabilim Dalı, Rize, Türkiye

Giriş

Endodontik motorların ortaya çıkışı, endodontik tedavilerde manuel araçların sınırlamalarını gidermek ve işlem etkinliğini artırmak amacıyla 20. yüzyılın ikinci yarısına dayanmaktadır. İlk endomotorlar, döner eğelerle uyumlu çalışabilen temel motorlu sistemler olarak geliştirilmiştir. 1970'lerde, tork kontrolü ve hız ayarı gibi temel özelliklere sahip modellerin piyasaya sürülmesiyle endodontik tedavilerde önemli bir adım atılmıştır. Ancak bu cihazlar genellikle büyük, hantal ve yalnızca elektrik prizine bağlı olarak çalışabilen yapıda idi.

1990'lı yıllarda teknoloji ve mühendislik alanındaki ilerlemeler, endomotorların daha kompakt, ergonomik ve taşınabilir hale gelmesine olanak tanıdı. Bu dönemde endomotora tork sınırlayıcılar, farklı hız ayarları ve entegre apex bulucular gibi özellikler eklendi. Ayrıca, farklı hareket modları (rotasyonel ve resiprokasyon gibi) ile uyumlu hale getirilmeleri, cihazların klinik uygulama alanını genişletti.[1]

2000'li yıllarda kablosuz endomotorların geliştirilmesi, endodontik cihaz teknolojisinde bir dönüm noktası oldu. Şarj edilebilir bataryaların kullanımı, kablo karmaşasını ortadan kaldırarak hekimlerin çalışma konforunu artırdı. Günümüzde ise yapay zeka destekli endomotorlar, otomatik tork kontrolü, adaptif hareket modları ve Bluetooth ile veri aktarımı gibi ileri teknolojilerle donatılmıştır. Bu gelişmeler, cihazların sadece bir araç olmaktan çıkıp, tedavi süreçlerini optimize eden akıllı sistemlere dönüşmesini sağlamıştır.

Endodontik Motorlar: Çeşitler ve Sistemler

Endomotorlar, kanal tedavisinde hassasiyet, etkinlik ve hız sağlayan vazgeçilmez araçlardan biridir. Günümüzde bu cihazların farklı sistem ve özelliklere sahip birçok çeşidi bulunmaktadır. Ancak klinisyenlerin bu cihazların detaylı özellikleri ve kullanım alanları hakkında yeterli bilgiye sahip olmaması, cihazlardan alınabilecek verimi düşürebilmektedir. Bu bölümde, endomotor çeşitleri, çalışma sistemleri ve öne çıkan modeller ele alınacaktır.[2]

Endodontik Endomotorların Sınıflandırılması

Endomotorlar, kullanım özelliklerine göre iki temel kategoriye ayrılır: kablolu ve kablosuz modeller. Bu iki tür, sunduğu avantajlar ve sınırlamalarla birbirinden ayrılır. Klinik uygulamalarda doğru cihazı seçmek için her iki modelin de özelliklerini anlamak önemlidir.[3]

1. Kablolu Endomotorlar

Kablolu endomotorlar, endodontik tedavilerde uzun yıllardır tercih edilen cihazlar arasında yer alır. Sabit güç kaynağı ile çalışmaları, dayanıklılık ve süreklilik açısından avantaj sağlar .

- Fiziksel Yapı:
 - Anguldruva, bir kablo yardımıyla ana gövdeye bağlıdır.
 - Genellikle ayak pedalı ile kontrol edilir, bu da işlemler sırasında hassasiyet sağlar.
 - Kablo sistemi nedeniyle cihazın hareket alanı sınırlı olabilir, ancak sabit klinik ortamlarında bu genellikle bir dezavantaj oluşturmaz.
- Enerji Kaynağı ve Performans:
 - Doğrudan sabit bir elektrik kaynağından enerji alır, bu da uzun süreli işlemlerde güç kaybını önler ve cihazın sürekli yüksek performans göstermesini sağlar.
 - Elektrik bağlantısı, cihazın stabil tork ve hız sunmasını mümkün kılar. Bu özellik, özellikle karmaşık kanal yapılarında çalışırken önemlidir.
- Kullanım Avantajları:
 - Dayanıklı ve uzun ömürlü yapısı, kablolu endomotorları yüksek hasta yoğunluğuna sahip klinikler için uygun bir seçenek haline getirir.
 - Tork kaybı yaşanmaması ve sabit güç kaynağıyla çalışması, eğe kırılma riskini azaltır.
 - Ayak pedalı kontrolü, hassasiyet gerektiren işlemler için idealdir.
- Dezavantajları:
 - Hareket özgürlüğünü sınırlayan kablolar, kullanımı daha az ergonomik hale getirebilir.
 - Elektrik prizi olmayan alanlarda kullanılamaz, bu da mobil diş hekimliği uygulamalarını kısıtlar.
 - Kabloların zamanla aşınması veya zarar görmesi, bakım ve maliyet gereksinimlerini artırabilir.
- Öne Çıkan Kullanım Alanları:
 - Sabit kliniklerde yoğun hasta trafiği olan durumlar.

- o Uzun süreli işlemler veya karmaşık endodontik vakalar.

2. Kablosuz Endomotorlar

Kablosuz endomotorlar, taşınabilirlik ve ergonomik kullanım avantajlarıyla modern endodontik tedavilerde hızla popülerleşmektedir. Bu cihazlar, gelişmiş teknolojik özellikleriyle dikkat çeker.

- Fiziksel Yapı:
 - o Ana gövde ve anguldruva, tek bir kompakt yapıdadır. Kabloların olmaması, tedavi sırasında hareket özgürlüğü sunar.
 - o Hafif ve ergonomik tasarımları, uzun süreli kullanımlarda rahatlık sağlar.
- Enerji Kaynağı ve Performans:
 - o Şarj edilebilir lityum-iyon bataryalarla çalışır. Bataryalar genellikle uzun süreli kullanım sağlar, ancak yoğun klinik ortamlarda yedek bataryaların bulundurulması tavsiye edilir.
 - o Düşük batarya seviyesini bildiren LED göstergeler, işlemlerin kesintiye uğramasını önler.
 - o Sabit bir güç kaynağına bağlı olmamaları, mobil diş hekimliği uygulamaları ve farklı klinik alanlarda kullanım için idealdir.
- Teknolojik Özellikler:
 - o Birçok kablosuz model, entegre apex locator özelliği ile donatılmıştır. Bu, cihazın kanal uzunluğunu hassas bir şekilde ölçmesini sağlar ve zaman kazandırır.
 - o Bazı modellerde, cihazın otomatik olarak devreye girdiği veya durduğu sensör sistemleri bulunur.
- Kullanım Avantajları:
 - o Taşınabilirliği ve kullanım kolaylığı, kablosuz endomotorları mobil uygulamalarda öne çıkarır.
 - o Kablo karmaşasını ortadan kaldırarak kullanıcıya ergonomik bir deneyim sunar.
 - o Hafif tasarımları, uzun işlemlerde kullanıcı konforunu artırır.
- Dezavantajları:
 - o Batarya ömrü, işlemlerin süresine bağlı olarak sınırlayıcı olabilir. Bu nedenle yedek batarya bulundurulması gereklidir.

- Şarj süreleri, yoğun klinik ortamlarda zaman kaybına yol açabilir.
- Gelişmiş teknolojik özellikleri nedeniyle kablosuz modeller genellikle daha yüksek maliyetlidir.
- Öne Çıkan Kullanım Alanları:
 - Mobil diş hekimliği uygulamaları ve taşınabilirliğin önemli olduğu durumlar.
 - Kısa ve orta süreli işlemler.
 - Çok sayıda tedavi odasının bulunduğu kliniklerde farklı alanlarda kullanım.

İşletim Sistemlerine Göre Endomotorlar

Endomotorlar, işletim sistemlerine göre açık ve kapalı sistemler olarak sınıflandırılabilir:

- Kapalı Sistemler:
 - Sadece belirli bir markaya ait eĝe sistemleriyle uyumlu olarak tasarlanmıştır.
 - Kullanıcının cihaz ayarlarını değiştirmesine izin verilmez.
 - Genellikle tek bir eĝe sistemine odaklanıldığından, eĝe uyumsuzluğu riski ortadan kaldırılır.
 - Kapalı sistemler, kullanıcıyı önceden belirlenmiş protokollere yönlendirerek hata oranını düşürür. Ancak bu durum, daha geniş bir eĝe yelpazesi kullanmak isteyen ileri düzey kullanıcılar için sınırlayıcı olabilir.
 - Örnek: Dentsply Sirona X-Smart Plus, VDW Silver Reciproc.
- Açık Sistemler:
 - Birçok marka ve model eĝe sistemi ile uyumludur.
 - Kullanıcılara rpm (dönüş hızı), tork ve hareket modlarını (CW, CCW, resiprokasyon gibi) özelleştirme imkânı tanır.
 - Özellikle klinisyenlerin farklı vakalarda çeşitli eĝe sistemlerini test etmesine olanak tanır.
 - Ancak bu esneklik, kullanıcıların cihaz ayarlarını manuel olarak değiştirmesi gerektiğinden deneyim gerektirir. Yanlış ayarlar, eĝe kırılmasına veya başarısız tedavilere neden olabilir.
 - Örnek: Woodpecker Motopex, Coltene CanalPro CL2.

Kapalı sistemlerin stabilite ve güvenliği ile açık sistemlerin esneklik ve çeşitliliği arasındaki farklar, klinisyenlerin tercihlerine ve deneyim seviyelerine göre seçim yapmalarını sağlar. Örneğin, yeni başlayanlar kapalı sistemleri daha güvenilir bulabilirken, deneyimli endodontistler açık sistemlerin sunduğu özelleştirme olanaklarından faydalanabilir.

Endomotor Parametreleri

Endomotorlarda kullanılan bazı temel parametreler, cihazların etkin ve güvenli bir şekilde çalışmasını sağlar. Bu parametreler şunlardır:

1. Tork (Torque):

- Tork, cihazın döner eği çalıştırırken uyguladığı dönme kuvvetini ifade eder.
- Genellikle Newton-santimetre (Ncm) birimi ile ölçülür.
- Aşırı tork, eği kırılmasına neden olabilir; bu nedenle endomotorlar genellikle tork sınırlayıcı sistemlerle donatılmıştır.
- Modern cihazlarda tork, işlem sırasında otomatik olarak ayarlanabilir veya kullanıcı tarafından manuel olarak belirlenebilir.

2. Dönüş Hızı (RPM):

- RPM, cihazın döner eğin dakikada yaptığı dönüş sayısını ifade eder.
- Kanal tedavilerinde genellikle 150-500 RPM aralığında çalışılır.
- Farklı eği sistemleri için ideal RPM değerleri değişebilir; bu nedenle cihazların uyumlu çalışabilmesi önemlidir.

3. Endodontik Hareket Modları:

- Rotary (Döner): Eğin sürekli olarak saat yönünde dönmesini sağlar.
- Reciprocation (Geri-İleri Hareket): Eğin saat yönünde ve ters yönde dönüş hareketlerini birleştirir. Bu mod, özellikle eği kırılma riskini azaltır.
- Adaptive Motion (Uyarlanabilir Hareket): Cihaz, eğin kanalda karşılaştığı dirence bağlı olarak hareket modunu otomatik olarak değiştirir. Bu özellik, tedavilerin daha güvenli ve etkili bir şekilde yapılmasını sağlar.

4. Apex Locator Entegrasyonu:

- Apex locator, eğenin kök ucuna ne kadar yakın olduğunu ölçerek kullanıcıya bilgi sağlar.
- Entegre apex locator özellikli endomotorlar, kanal tedavisinde zaman kazandırır ve hassasiyet sağlar.

Bu parametreler, cihazın tedavi sırasında optimal performans göstermesine yardımcı olurken, kullanıcı hatalarını ve komplikasyonları en aza indirmek için tasarlanmıştır.

Öne Çıkan Endomotor Modelleri

Piyasada farklı özelliklere sahip birçok endomotor bulunmaktadır. Aşağıda bazı popüler modellerin özellikleri açıklanmaktadır:

1. Woodpecker Motopex:

- Kablosuz ve açık sistemlidir.
- Entegre apex locator'a sahiptir.
- Döner hareket (CW, CCW), ATR ve reciprocation modlarını destekler.
- Otomatik çalışma fonksiyonuna sahiptir.
- Hafif ve ergonomik tasarımıyla kullanıcı dostudur.

Ek Özellikler: Renkli LED ekran, düşük batarya göstergesi, 360 derece dönebilen anguldruva, yüksek hassasiyetli motor teknolojisi.[4]

2. Woodpecker EndoPace Endomotor:

- Kablosuz bir modeldir ve apex locator ile entegrasyon imkanı vardır.
- CW, CCW, pistonlu mod ve ATR modlarıyla çalışabilir.
- Ergonomik tasarımı ve hafif yapısıyla kullanıcıya konfor sağlar.

Farklı ege sistemleriyle uyumlu çalışabilme özelliği sayesinde esneklik sunar.[5]

3. Woodpecker Endo Radar Pro:

- Kablosuz ve açık sistemlidir.
- Dahili apex locator sistemi vardır.
- Otomatik ters, otomatik yavaşlama ve otomatik durma ile entegre uzunluk ölçüm

CW, CCW ve ATR modlarını destekler.[6]

4. VDW Gold Reciproc:

- Kablolu bir modeldir ve VDW Gold eğe sistemiyle optimize edilmiştir.
- Entegre apex locator bulunmaktadır.
- Özellikle resiprokasyon hareketi için tasarlanmış olup hem yeni başlayanlar hem de ileri düzey kullanıcılar için uygundur.

Farklı eğe sistemleriyle uyumlu çalışabilme özelliğine sahiptir.[7]

5. Dentsply Sirona X-Smart Plus:

- Kablolu sisteme sahiptir.
- Dahili apex locator bulunmamaktadır.
- Resiprokasyon modunda sadece motoru ve ayarları optimize edilmiş DENTSPLY eğeleri ve x- smart plus motordaki resiprokasyon programları uyumludur.

CW ve reciproc modlarını destekler.[8]

6. Coltene CanalPro CL2 Endomotor:

- Kablosuz bir cihazdır ve hem rotary hem de reciprok hareketleri desteklemektedir.
- Dahili apex locatoru bulunmamakla birlikte ek bağlantı kablosu ile apex ölçülebilmektedir.
- Açık sistem olarak çalışır ve çeşitli eğe sistemlerini destekler.

Hafiflięi ve taşınabilirliği ile dikkat çeker.[9]

Endomotor Kullanımında Öne Çıkan Avantajlar

Endodontik endomotorlar, kanal tedavisinin etkinliğini artıran birçok avantaj sunar:

- Hassasiyet: Endomotorların dönüş hızları ve torkları hassas bir şekilde ayarlanabilir. Bu özellik, eğe kırılma riskini azaltır ve hasta güvenliğini artırır.
- Zaman Tasarrufu: Özellikle otomatik fonksiyonlara sahip modeller, işlemlerin hızlı ve verimli bir şekilde tamamlanmasını sağlar.
- Konfor: Kablosuz modeller, taşınabilirlik ve kablo karmaşasından uzak bir kullanım sunar.

Dezavantajlar ve Limitasyonlar

Her ne kadar endomotorlar birçok avantaj sunsa da bazı dezavantajları da bulunmaktadır:

- **Maliyet:** Gelişmiş özelliklere sahip endomotorlar yüksek maliyetli olabilir.
- **Bakım ve Kalibrasyon:** Cihazların düzenli bakımı ve kalibrasyonu önemlidir. Aksi takdirde, performans düşebilir.
- **Teknik Bilgi Gerekliliği:** Özellikle açık sistem endomotorların tam potansiyelini kullanabilmek için kullanıcıların teknik bilgiye sahip olması gereklidir.

Sonuç

Endodontik motorlar, günümüz kanal tedavilerinde vazgeçilmez araçlar arasında yer almaktadır. Cihazların farklı tipleri ve özellikleri, hekimlerin ihtiyaçlarına göre seçim yapmasına olanak tanır. Klinik başarıyı artırmak ve hasta memnuniyetini sağlamak için, klinisyenlerin bu cihazların özelliklerini iyi anlaması ve kullanıma yönelik bilgi edinmesi büyük önem taşımaktadır.

Kaynakça

1. louis h. berman, k.m.h., *coben's pathways of the pulp*. cleaning and shaping of the root canal system. 2021: elsevier. 912.
2. Gambarini, Gianluca. "Rationale for the use of low-torque endodontic motors in root canal instrumentation." *Dental traumatology: Review article* 16.3 (2000): 95-100.
3. Revathi, M., C. V. N. Rao, and L. Lakshminarayanan. "Revolutions in endodontic instruments-a review." *Endontology* 13.2 (2001): 43-50.
4. Available from: https://dentalpiyasa.com/woodpecker-motopex-endo-motor?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=21692641616&utm_content=&utm_term=&gadid=&gad_source=1&gclid=Cj0KCQiA4L67BhDUARIsADWr17GZX5JvsoimDaeTATG-ZSpUg53SO63MJ5O8SScCu-KvOQ1AvAY6rGCMaAm9MEALw_wcB.
5. *endopace endomotor*. Available from: <https://dentalpiyasa.com/woodpecker-endopace-endomotor?algqid=b8e9799284cc133b6d9d87dfa6dca6c5>.
6. *endoradar pro*. Available from: <https://dentalpiyasa.com/woodpecker-endo-radar-pro-endo-motor?algqid=9969c496e2474d9be6b9b3b9cdd6584f>.
7. *vdw gold reciproc*. Available from: <https://dentalpiyasa.com/vdw-gold-reciproc-endo-motor?algqid=a9e705eb67ca6ddfba2dabf0d313b08b>.
8. *x smart plus*. Available from: https://www.dentrealmarket.com/urun/x-smart-plus-reciproc-endomotor?srsItd=AfmBOopWju1A1fNpk-f0_4hOq7KO-9FqjGHxHE0o90t_RRWwaPWCxWjBr.
9. *coltene canal pro cl2*. Available from: <https://www.dentalsepet.com/coltene-whaledent-canalpro-cl-2-endomotor-pmu30829>.