

مقاله علمی (مژویری بر مقالات)

استفاده از جریانهای بیوالکتریک در ارتودونتی

دکتر اسفندیار اخوان نیاکی*

چکیده:

با توجه به وجود فعالیتهای الکتریکی در بدن، پتانسیل‌های الکتریکی موجود مورده بررسی قرار گرفت و مشخص شد که تغییرات پتانسیل غشاء سلولی احتملاً نقش مهمی در کنترل بسیاری از اعمال سلولی بازی می‌کند. خاصیت پیروالکتریک مواد ارگانیک نیز از خصوصیات بیوالکتریک بافت‌ها محضوب می‌شود که بسیاری از پدیده‌های بیولوژیک از قبیل ریسمودلینگ استخوان و تشکیل لخته در اثر صدمه عروق خونی نیز به خاصیت پیروالکتریک نسبت داده شده‌اند. از اصول الکترومگنتیک برای تسریع بهبودی نتایج پریودنال، کاهش مقدار تحلیل ریح آلوهولار، افزایش میزان بهبودی شکستگی‌های صورتی و تحریک میزان رشد کندیل فک پایین استفاده می‌شود.

مقدمه:

دانش پزشکی همانند همه علوم دیگر از کشف الکتریسیته استفاده شایان توجهی کرده و اهداف بزرگی را دنبال می‌کند. با دانستن اینکه فعالیت الکتریکی در هر سلول وجود دارد، تعیین نقش مهم جریان الکتریکی در فعالیتهای حیاتی، شناخت هر چه بیشتر پدیده‌های بیوالکتریک را موجب می‌شود.

* دانشگاه آزاد اسلامی ارتودونتی دانشکده دندانپرشنگی دانشگاه علوم پزشکی تهران

بررسی مقالات:

پیزوالکتریسیته Piezoelectricity

پیزو (فشار) و ایجاد جریان الکتریکی از طریق وارد کردن فشار به یک جسم را پیزو الکتریسیته می‌نامند. خاصیت پیزو الکتریسیته در یک جسم به چگونگی آرایش یونهای مشبت و منفی آن دارد. پیزوالکتریک می‌تواند روی رفتار سلول‌ها (مهاجرت، تغذیه، محصولات، دیفرانسیه شدن و میزان تکثیر) اثر بگذارد و تأثیرات زیادی در PH محیط، یون‌های موجود در بافت‌ها، کلازن بافت‌ها و سلول‌های آن داشته باشد.

عبور جریان الکتریکی از بافت‌ها باعث افزایش PH بافت می‌شود و تغییر در PH، الگوی تجمع کلازن را تحت تأثیر قرار می‌دهد^(۱). مولکول‌های کلازن قطبی پلار بوده و یک شارژ مشبت خالص را حمل می‌کند و پلاریزاسیون می‌تواند باعث تغییراتی در تمرکز کلازن شود. با توجه به تأثیر جریانهای پیزو الکتریک روی PH، کلازن، یون‌های بافتی و تأثیر مستقیم روی خود سلول‌ها، می‌توان بیان داشت که جریانهای پیزوالکتریک یک استوژنریزی را نیز تحریک می‌کند.

استخوان و الکتروبیولوژی آن

استخوان علاوه بر اعمال مکانیکی، یک نقش متابولیک مهم نیز در ذخیره کلسیم دارد که در موارد ضروری کلسیم وارد خون می‌نماید. دارای مقاومت بالا در مقابل کشش، فشار و در عین حال کمی الاستیسیتی بوده و علی‌رغم مقاومت و سختی، یک ماده زنده دینامیک می‌باشد و بدین دلیل می‌توان روش‌های جراحی، ارتودنسی و ارتودنسی را در آن انجام داد^(۲).

در سطوح داخلی و خارجی استخوان، تحلیل به نسبت‌های مختلف و همزمان صورت می‌گیرد که باعث افزایش اندازه آن می‌شود و به نام Remodling یا شکل گرفتن استخوان نامیده می‌شود و به دو منظور می‌باشد یکی تغییر شکل ناحیه‌ای استخوان را سبب می‌شود تا شکل نهایی آن بدست آید و دوم باعث تغییر در اندازه و نسبت دو قسمت از استخوان می‌گردد^(۳) و کلاً چهار نوع ریمودلینگ مختلف در بافت‌های استخوانی بوجود می‌آید. یک نوع آن بیوشیمیابی است که در سطح مولکولی اتفاق می‌افتد یعنی Deposition ثابت، نوع دیگر شامل دوباره سازی ثانویه استخوان بوسیله سیستم هاوسس. نوع سوم مریبوط به رزئراسیون و دوباره سازی استخوان بدنیال پاتولوژی و تrama است و نوع چهارم ریمودلینگ رشدی است که در

مورفولوژی سر و صورت با آن سروکار داریم، جریانهای الکتریکی می‌تواند در استخوان در حین مضغ، بلع و از طریق عمل همودینامیک بوجود آید.^(۴)

پتانسیل‌های بیولکتریک (Invivo) در کمپلکس دندانی - الونولی

تحقیقات در زمینه خصوصیات بیوالکتریک عاج، مینا، سمان و تمامی دندانها بوسیله Barden و همراهان گزارش گردید.^(۵)

در سال ۱۹۶۵ این فرضیه ارائه شد که پاسخهای بیوالکتریک ناشی از نیروهای مکانیکی که در استخوانهای دراز دیده می‌شود به رفتار بافتها در جریان حرکت ارتودنتیک دندان هم مربوط می‌باشد و رابطه الکترومکانیکال مجموعه دنتوالوئلر با استفاده از نیروهای ارتودنتیک تحریک شده نشان می‌دهد که رابطه‌ای بین پاسخهای سلوی توصیف شده و قطبی شدن که در جریان حرکت دندان اتفاق می‌افتد وجود دارد.^(۵)

پاسخ الکتریکی دندانهای مجاور دندانهای تحت فشار و نیروهای جابجا کننده ارتودنسی بیانگر آنست که نیروها و استرس اگر به دندانی اعمال شود، نیرو در لته اینترپروگزیمال پخش شده و دندانهای مجاور را تحت تاثیر قرار می‌دهد.^(۵)

کاربرد کلینیکی الکتریسیته در درمانهای پزشکی و دندانپزشکی قدیمترین اثر ثبت شده در کاربرد انرژی الکتریکی به یونان قدیم باز می‌گردد. کاربرد میادین الکترومگنتیک به طور موقتیتی آمیزی در بهبود شکستگیهای استخوان‌های دراز در ارتودسی اثر داشته است.

در دندانپزشکی اصول الکترومگنتیک را برای تسريع در بهبود نقصان پریودنتال، کاهش مقدار تحلیل ریج آلوٹلار متعاقب کشیدن دندانها، افزایش میزان بهبود شکستگیهای صورتی و تحریک میزان رشد کننده اند. میادین الکتریکی می‌تواند وضعیت الکتریکی طبیعی استخوان و غضروف را افزایش داده که سبب افزایش میزان تقسیم سلوی و متابولیسم و بهبودی سریع نقصان استخوانی و غضروفی شود. البته اثرات هورمونال و استرس‌های فیزیولوژیک ممکن است دخالت کنند.^(۶)

تشکیل استخوان در نواحی با شارژ منفی اتفاق می‌افتد در حالیکه ریمودلینگ در نواحی با شارژ مثبت صورت می‌گیرد^(۷) و ثابت شده که جریانهای مستقیم D.C منقطع موثر از

ممتد است^(۷). می‌دانیم که شکستگیهای همراه با ضایعات مثل زخمهای له شده مشکل درمان می‌شوند.

در مورد اثرات بی‌حس کننده الکتریسیته نیز بحث فراوان است. اولین بار در ۱۷۷۰^(۶) Walsh و Cavendish صحبت کردند. در ۱۸۸۵ Francis راجع به تسکین درد دندان و کشیدن دندان با قراردادن یک الکترود روی دندان و دیگری در دست مریض آن را شرح داد.

تحریکات بیوالکتریک و درمانهای ارتودونتسی

همزمان با توسعه الکتروبیولوژی، دانش ما در مورد مکانیسم‌های حرکت دندانی نیز افزایش پیدا کرده است کارهای اخیر^(۱) Herzberg و Stanstedi تئوری فشار و کشش را بوجود آورده است که هنوز به قوت خود باقی است که بعد به صورت عمل لیگامان پریودنتال به عنوان یک غشاء پر از مایع با نیروهایی که با فشار هیدرولیک از دندان به استخوان آلوئول منتقل می‌شود معرفی گردید و بالاخره پیزوالکتریک به عنوان یک مکانیسم عمدۀ که حرکت دندان بوسیله آن تنظیم می‌شود پیشنهاد شد.

نظر داد که ایجاد پتانسیل‌های الکتریکی در استخوان تحت استرس مکانیکی ممکن است عامل فعال کننده سلول‌های شرکت‌کننده در فرآیند ریمودلینگ باشد^(۶). می‌دانیم یکی از عوارض جانبی حرکات ارتودونتیک یا ارتوپدیک درد پس از اعمال نیرو می‌باشد که ممکن است بدرجات مختلف بروز کند.

یک تکنیک کنترل درد به صورت غیر تهاجمی که به طور وسیعی توسط محققین استفاده می‌شود تحریک الکتریکی عصب از روی پوست Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation است که به شکل اختصار TENS خوانده می‌شود و آن شامل یک جریان تولید شده از صفر تا ۹۰ ولت (۶۰ MA) و یک محدوده فرکانس صفر تا ۱۰۰ هرتز را دارا می‌باشد^(۸) و جریان حاصل سبب تسکین درد در اثر تحریک الکتریکی می‌شود. TENS از طریق الکترودهای سطحی که روی ناحیه دردناک یا در ناحیه انتشار عصب دردناک گذاشته می‌شود منتقل می‌گردد.

Peter M. Roth⁽⁸⁾ با یکار بردن TENS برای کنترل درد همراه با درمان ارتودونتیک و استفاده از ۴۵ بیمار و تقسیم آنها به سه گروه TENS و کاذب و گروه کنترل و ایجاد درد

ارتودنسی به علت حرکت اولیه ارتودنتیک، درد را در بیماران تخفیف دادند که یافته‌های آنها با مشاهدات کلینیک Burstone و Huffman شبیه بوده.

به پیشنهاد محققین بیماران ارتودنتیک باید یک درمان TENS را بلافاصله بدنبال هر روشی که ناراحتی بیماران را بدنبال دارد دریافت کنند.

بحث:

با توجه به اینکه تعدادی از بیماران نیازمند بدرمان ارتودنتیک به علت ترس درد حاصل از درمان از معالجه خودداری می‌کنند شاید با جستجو و پیدا کردن راههای ساده‌تر و بهتر در استفاده از TENS، بتوان نگرانی این بیماران را برطرف کرد و ارتودنتیست هم بدون دغدغه خاطر خدمات درمانی بهتری ارائه نماید.

اخیراً با استفاده از یک مدل دندان غیریکنواخت (Non Homogenous) نشان داده شد که توزیع استرس داخلی در یک دندان تحت نیرو چنان است که بخش اعظم نیرو بوسیله سطح مینا تحمل می‌شود و بعد ریشه و سپس به استخوان آلتوئل احاطه کننده منتقل می‌گردد. به نظر می‌رسد که عمل دندان و استخوان، انتقال انرژی مکانیکی تبدیل شده به انرژی الکتریکی باشد^(۷). که پتانسیل‌های الکتریکی هم رابطه مستقیم با پاسخ سلوی دارد.

نتیجه:

در زمینه ارتودسی با استفاده از میادین الکترومگنتیک موقیت‌های جالبی در بهبود شکستگی‌های استخوان دراز که در مقابل درمانهای معمول مقاومت می‌کردد بدست آمد^(۸). در دندانپزشکی نیز در زمینه‌های مختلف مورد کاربرد قرار گرفت^(۹). از جمله ناقص پریودنتال، تحلیل^(۸) ریج آلونولا، افزایش میزان بهبود شکستگی‌های صورتی^(۱۰) و تحریک میزان رشد کننده فک پایین^(۸). Bassette مشخص کرد که تشکیل استخوان در نواحی با شارز منفی اتفاق می‌افتد در حالیکه ریموالینگ استخوان در نواحی با شارز مثبت صورت می‌گیرد.^(۷)

خلاصه:

در قرن ۱۸ Luigi Galvani نظریه استفاده از الکتریسیته حیوانی را مطرح ساخت^(۹). الکتروبیولوژی، شاخه‌ای جوان از رشته بیولوژی است و با پیشرفت الکترونیک این شاخه نیز نسبتاً پیشرفت کرده است.

تغییرات پتانسیل غشاء احتمال نقش مهمی در کنترل بسیاری از اعمال سلولی بازی می‌کنند^(۱۱). یون پتاسیم در داخل سلول و سدیم در خارج سلول پتانسیل الکتریکی را ایجاد می‌نمایند و لذا پمپ، سدیم، پتاسیم الکتروژنیک است^(۱۱).

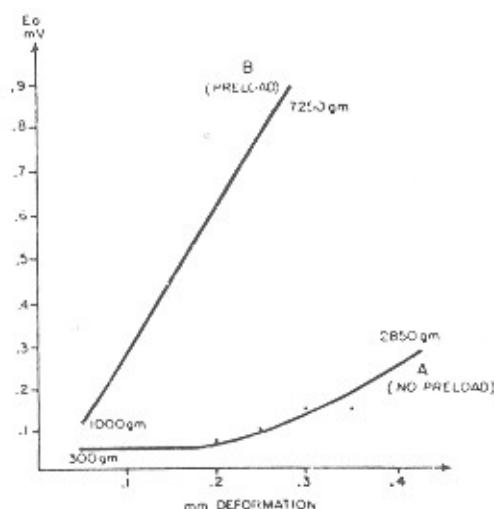
از طرف دیگر خاصیت پیزو-الکتریک مواد ارگانیک نیز از خصوصیات بیوالکتروژنیک بافتها محسوب می‌شود که باعث بسیاری از پدیده‌ها از جمله ریمودلینگ استخوان می‌شود.

Bassett نظر داد که تغییرات در جهت‌گیری و توده استخوان به وسیله پتانسیل‌های الکتریکی ناشی از استرس کنترل می‌شود^(۱۲).

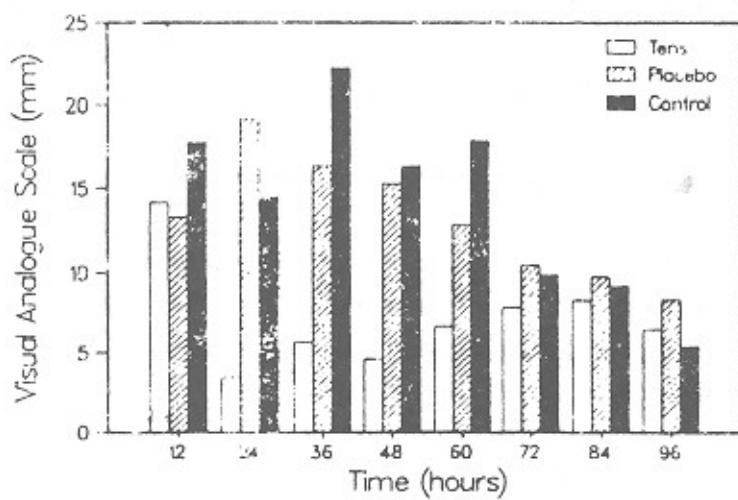
استخوانی دارای الیاف جهت‌دار کلاژن می‌باشد که تحت استرس قرار گیرد. در سمت اعمال استرس پتانسیل الکتریکی منفی تولید می‌کند.

Beker و عده‌ای دیگر معتقدند که جریانهای الکتریکی و پتانسیل‌های الکتریکی با مقدار کم، ظرفیت ایجاد اثرات بیولوژیک بسیار بزرگی را با طبیعت بسیار اساسی دارا می‌باشند^(۷). استفاده از TENS برای کنترل درد در حرکات ارتودنسی پیشنهاد گردیده است^(۹).

شاید در آینده روش‌های الکترو-مکانیکی یا الکترو-بیولوژی در درمانهای ارتودنسی بکار گرفته شود^(۱۲). و حتی Yoshikava^(۶) نظر داده است که در آینده تحریک الکتریکی ممکن است به صورت یک سیستم فعال کننده سلولی خوب و حتی بهتر از مکانیسم مربوط به استرس توسعه یابد.



نمودار ۱ : رابطه بین منحنی پولاریزشن الکتریکی و تغییرات استخوان آلوئل اطراف دندان قبل از فشار وارد و بعد از وارد آوردن فشار



نمودار ۲: نسبت نمودار تصویری در گروههای متغیر واقعی به انحراف معیار

	Control group	Experimental group	Level of significance
Sodium (mmol/L)	137.71 ± 3.10	137.07 ± 1.77	NS
Potassium (mmol/L)	6.42 ± 0.51	6.99 ± 1.28	NS
Calcium (mg/dL)	10.69 ± 0.54	10.54 ± 0.47	NS
Alkaline phosphatase (U/L)	263.29 ± 73.11	298.21 ± 53.01	NS
Chlorine (mmol/L)	104.29 ± 3.07	105.14 ± 3.30	NS
Anion gap (mmol/L)	4.79 ± 1.58	4.64 ± 0.57	NS
Carbon dioxide (mmol/L)	28.64 ± 2.87	27.29 ± 2.64	NS
Uric acid (mg/dL)	0.87 ± 0.12	1.11 ± 0.24	<0.01
Creatinine (mg/dL)	0.39 ± 0.06	0.46 ± 0.05	<0.01
CPK (U/L)	2146.29 ± 698.18	4152.57 ± 3000.27	<0.05
Glucose (mg/dL)	188.71 ± 19.13	200.36 ± 43.72	NS
BUN (mg/dL)	16.79 ± 2.29	15.29 ± 3.38	NS
Bilirubin (mg/dL)	0.11 ± 0.05	0.08 ± 0.04	NS
LDL cholesterol (mg/dL)	17.22 ± 5.72	16.97 ± 8.53	NS
Cholesterol (mg/dL)	42.43 ± 13.77	40.57 ± 9.11	NS
Triglycerides (mg/dL)	52.29 ± 23.39	58.71 ± 18.66	NS
Protein (g/dL)	4.69 ± 0.31	4.63 ± 0.19	NS
Albumin (g/dL)	2.81 ± 0.19	2.78 ± 0.13	NS
Globulins (g/dL)	1.88 ± 0.39	1.85 ± 0.26	NS
A/G ratio	1.57 ± 0.38	1.54 ± 0.27	NS
LDH (U/L)	168.93 ± 35.92	250.21 ± 137.53	<0.01
SGOT (U/L)	70.14 ± 15.03	111.07 ± 58.37	<0.05
SGPT (U/L)	34.93 ± 6.86	43.29 ± 12.25	<0.05

جدول ۱: تغییرات شیمیابی خون

REFERENCES

1. Bassett CAL. *Biologic Significant of piezoelectricity calcif Tissue Res.* 1968; 1:252 - 272.
2. Bloom W, Fawcett D. *A Text book of histology.* 11th ed. Philadelphia: Saunders; 1986.
3. Moyers RE. Growth of the Craniofacial skeleton. *Hand book of orthodontics.* 3rd ed. St. Louis, year book, Medics1 pub; 1983.
4. Norton LA. Implications of bioelectric growth control in orthodontics and dentistry. *The Angle Orthodontist.* 1975 Jan; 45(1): 34-42.
5. Zengo AN, Bassette CAL, Pauluk RJ, Prountzos G. Invivo bioelectric potentials in the dentoalveolar complex. *Ame. J. Orthod.* 1974 Aug; 66(2): 130-140.
6. Stark TM, Sinclair PM. Effect of pulsed electromagnetic fields on orthodontic Tooth movement. *Ame. J. Of Orthod. Dentofac. Orthop.* 1978 Feb; 91(2): 91-104.
7. Norton LA, Hanley KJ, Turkewicz J. Bioelectroic Perturbation of Bone: Research Direction and clinical application. *The Angle Orthod.* 1984 Jan; 54(1): 73-86.
8. Roth PM, Thrash WJ. Effect of transcutaneous electrical nerve stimulation for controlling Pain associated with orthodontic tooth movement. *Ame. J. Orthod. Dentofac. Orthop.* 1986 Aug; 90(2): 132-138.
9. Gerling JA, Sinclair P, Roa R. The effect of pulsating electromagnetic fields on Condylar growth in Guinea pigs. *Ame. J. Orthod.* 1985; 87(3): 211-223.
10. Marino AA, Specian RD. Electrical Stimulation of mandibular Osteotomies in Rabbits. *Oral surg. Oral Med. Oral Pathol.* 1986 July; 62(1): 20-24.
11. گایتون، آرتور. فیزیولوژی پزشکی، ترجمه دکتر فرج شادان. تهران: چهار؛ ۱۳۶۸.
12. Davidovitch Z, Finkelson MD, Steigman S, Shanfeld JL, Montgomery C. Electric Currents, Bone remodeling and orthodontic tooth movement. *Ame. J. Orthod.* 1980 Jan; 77(1): 14-32.