

اکسیر سبز خلاصه نکات ارتودنسی معاصر

پروفیت 2019

تألیف و گردآوری:

دکتر آزاده کاظمی صالح
متخصص ارتودنسی - دارای بورس تخصصی

دکتر مژده برجعلی
متخصص ارتودنسی - دارای بورس تخصصی

دکتر هنا صالحی صاحب
متخصص ارتودنسی - دارای بورس تخصصی

دکتر محمدامین نوروزی
دستیار تخصصی ارتودنسی دانشکده دندانپزشکی همدان

عنوان و نام پدیدآور	: اکسیر سبز خلاصه نکات ارتودنسی معاصر (پروفیت ۲۰۱۹) /تالیف و گردآوری آزاده کاظمی صالح ... [و دیگران].
مشخصات نشر	: تهران: آرتین طب، ۱۴۰۰.
مشخصات ظاهری	: ۲۹۵ص. : مصور، جدول، نمودار.
شابک	: 978-622-293-244-2
وضعیت فهرست نویسی	: فیبا
یادداشت	: کتاب حاضر برگرفته از کتاب " Contemporary orthodontics, 6th ed, 2018 اثر ویلیام پروفیت... [و دیگران] است.
یادداشت	: تالیف و گردآوری آزاده کاظمی صالح، مژده برجعلی، هانا صالحی صاحب، محمدامین نوروزی.
موضوع	: ارتودنسی Orthodontics
شناسه افزوده	: کاظمی صالح، آزاده، ۱۳۶۳ -
رده بندی کنگره	: ۵۲۱RK
رده بندی دیویی	: ۶۱۷/۶۴۳
شماره کتابشناسی ملی	: ۸۷۲۰۷۰۷
اطلاعات رکورد کتابشناسی	: فیبا

نام کتاب	اکسیر سبز خلاصه نکات ارتودنسی معاصر (پروفیت 2019)
تألیف و گردآوری:	دکتر آزاده کاظمی صالح، دکتر مژده برجعلی، دکتر هانا صالحی صاحب، دکتر محمدامین نوروزی
ناشر:	انتشارات آرتین طب
مدیر تولید:	مهندس معصومه لاری
حروفچینی و صفحه آرایی:	مریم بخشی
نوبت چاپ:	اول 1400
تیراژ:	100
لیتوگرافی:	غزال
چاپ و صحافی:	غزال
شابک:	978-622-293-244-2
بها:	220,000 تومان

مرکز پخش:

تهران - بلوار کشاورز - خیابان 16 آذر - پلاک 68 - طبقه سوم انتشارات آرتین طب

تلفن: 88971400

فاکس: 88995141

تأمین حقوق مادی و معنوی این اثر برای ناشر محفوظ است. لذا هرگونه تکثیر و بازنویسی مطالب به هر نحو ممکن در هرگونه رسانه، کتاب، مجله، جزوه و لوح فشرده بدون اجازه کتبی ناشر شرعاً حرام است و موجب پیگرد قانونی می شود.

به نام خداوند مهربان

مقدمه:

خدا را شاکریم که فرصتی نصیبمان گشت که این مجموعه را به جامعه‌ی پزشکی تقدیم نماییم. کتاب ارتودنسی معاصر پروفیت یکی از معتبرترین مراجع در علم ارتودنسی می باشد. این مجموعه شامل چکیده‌ای جامع از نکات کلینیکی و مورد نیاز برای آزمون‌های ورودی دستیاری و مورد تخصصی است. در این کتاب سعی شده تا تمامی مطالب مهم در عین رعایت کامل امانت‌داری، به شکل خلاصه به گونه‌ای جمع‌آوری شود که مطالعه‌ی آن با حداکثر بازدهی امکان‌پذیر گردد. از آنجا که ترجمه‌ی برخی اصطلاحات تخصصی موجب نامفهوم شدن مفاهیم می‌گردید و اغلب در آزمون‌ها اصطلاحات اصلی مورد استفاده قرار می‌گیرند لذا از ترجمه‌ی این کلمات در کتاب حاضر خودداری گردیده است. همچنین با توجه به اینکه اغلب اشکال کتاب رفرنس، تکرار مطالب متن است، در این مجموعه جهت جلوگیری از اتلاف وقت، تنها زیرنویس شکل‌هایی انتخاب شده‌اند که در متن کتاب اشاره‌ای به آنها نشده است. به سهم خود تلاش همکاران ارجمندم سرکار خانم دکتر هنا صالحی صاحب، سرکار خانم دکتر مژده برجعلی و جناب آقای دکتر محمدامین نوروزی را در گردآوری این مجموعه قدر می‌نهم و مطالعه‌ی کتاب حاضر را به دانشجویان، دستیاران تخصصی و علاقمندان به علم ارتودنسی توصیه می‌نمایم. به رغم دقت فراوان در تهیه این مجموعه واضح است که این مجموعه نیز همانند تمام تلاش‌های انسانی عاری از اشتباه نمی باشد. از انتقادات و پیشنهادات همه‌ی شما همکاران محترم در رفع اشکالات احتمالی، در چاپ‌های بعدی این اثر بی‌صبرانه استقبال می‌گردد.

دکتر آزاده کاظمی صالح

متخصص ارتودنسی

استادیار و عضو هیئت علمی دانشکده دندانپزشکی کرمانشاه

فهرست

7	بخش اول: مشکل ارتودنسی
7	فصل 1: مال اکلوژن و دفرمیتی دنتوفاسیال در جامعه معاصر
15	فصل 2: مفاهیم رشد و تکامل
31	فصل 3: مراحل اولیه تکامل
44	فصل 4: مراحل انتهای تکامل
54	فصل 5: اتیولوژی مشکلات ارتودنسی
70	بخش دوم: تشخیص و طرح درمان
70	فصل 6: تشخیص در ارتودنسی: روش مبتنی بر مشکلات
103	فصل 7: طرح درمان ارتودنسی: از لیست مشکلات تا طرح درمان بخصوص
119	فصل 8: اصول بیولوژیک درمان ارتودنسی
145	بخش سوم: بیومکانیک، مکانیک و دستگاه‌های معاصر ارتودنسی
145	فصل 9: مواد الاستیک و تولید نیروی ارتودنتیک
177	فصل 10: دستگاه‌های نوین ارتودنسی
191	بخش چهارم: درمان در کودکان Preadolescent چه تفاوتی دارد؟
191	فصل 11: مشکلات متوسط غیر اسکلتی در کودکان Preadolescent
205	فصل 12: مشکلات پیچیده غیر اسکلتی در کودکان: پیشگیری و درمان پیشگیرانه
212	فصل 13: درمان مشکلات عرضی و کلاس III اسکلتال
219	فصل 14: Growth Modification در کلاس II، اپن بایت/ادیپ بایت، و مشکلات چند بعدی
227	فصل 15: درمان جامع در نوجوانان: alignment و مشکلات عمودی
234	فصل 16: درمان جامع در نوجوانی: بستن فضا و تصحیح کلاس II و کلاس III
245	فصل 17: مرحله سوم درمان جامع ارتودنسی: Finishing
256	فصل 18: ریتنشن (RETENTION)
265	فصل 19: ملاحظات ویژه در درمان بالغین
284	فصل 20: درمان ترکیبی جراحی و ارتودنسی

مشکل ارتودنسی

فصل 1

مال اکلوزن و دفرمیتی دنتوفاسیال در جامعه معاصر

تکامل ارتودنسی

Norman Kingsley جز اولین کسانی بود که از نیروهای خارج دهانی جهت تصحیح دندان‌های بیرون زده استفاده کرد. او همچنین در درمان شکاف کام و مشکلات وابسته به آن پیشگام بود. در این دوره توجه اندکی به روابط بین فکی شده بود و خارج کردن دندان‌ها برای اصلاح کراودینگ و یا بی‌نظمی هم معمول شد. جزئیات روابط اکلوزال اهمیت نداشت.

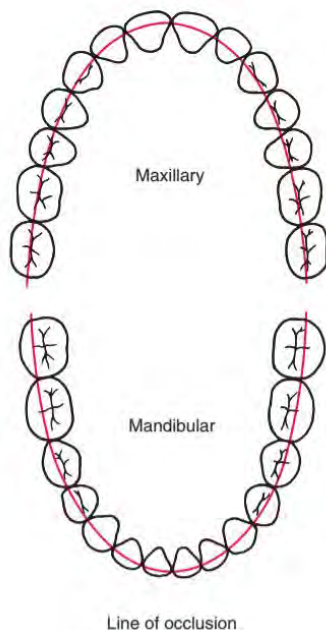
طبقه‌بندی Angle در مورد مال اکلوزن نه تنها انواع اصلی مال اکلوزن را تعیین کرد، بلکه اولین تعریف ساده‌ای از اکلوزن نرمال در سیستم دندان‌های طبیعی را هم ارائه داد. Angle مولرهای اول فک بالا را به عنوان کلید اکلوزن فرض می‌کرد. رابطه مولرهای بالا و پایین باید به گونه‌ای باشد که کاسپ میوباکال مولر اول بالا در شیار باکال مولر اول پایین قرار گیرد و دندان‌ها روی منحنی ملایم خط اکلوزن قرار گیرند. این مطلب به جز در مواقعی

که در اندازه دندان‌ها اشکال وجود دارد، به خوبی و به سادگی اکلوزن نرمال را توصیف می‌کند.

خط اکلوزن یک منحنی ملایم است که از فوسای مرکزی مولرهای بالا و سینگوم دندان‌های کانین و ثنایای بالا عبور می‌کند. همین خط، در فک پایین از کاسپ‌های باکال و لبه اینسیزال دندان‌های ثنایای پایین رد می‌شود. سه کلاس مال اکلوزن انگل براساس رابطه اکلوزالی مولرهای اول:

- کلاس I: رابطه نرمال مولرها وجود دارد ولی خط اکلوزن به دلیل جابه‌جایی و چرخش دندان‌ها و یا به علل دیگر به هم خورده است.
- کلاس II: مولر پایین نسبت به مولر بالا دیستالی قرار گرفته است و خط اکلوزن ویژگی خاصی ندارد.
- کلاس III: مولر پایین نسبت به مولر بالا مزایالی قرار گرفته است و خط اکلوزن ویژگی خاصی ندارد.

در اروپا، ارتوپدی فانتکشنال فک “functional jaw orthopedics” جهت افزایش تغییرات رشدی گسترش یافت، در حالی که در ایالت متحده، از نیروهای خارج دهانی برای تحقیق این هدف استفاده می‌شد.

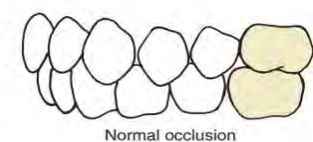


توجه داشته باشید که طبقه‌بندی انگل شامل 4 کلاس است: اکلوزن نرمال، مال اکلوزن کلاس I، مال اکلوزن II، و مال اکلوزن کلاس III. اکلوزن نرمال و مال اکلوزن کلاس I هر دو دارای رابطه مولری مشابه هستند، ولی در وضعیت قرارگیری دندان‌ها نسبت به خط اکلوزن با هم متفاوت هستند.

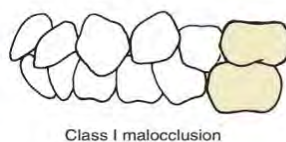
انگل و شدیداً مخالف کشیدن دندان برای اهداف ارتودنسی بود و با تأکید بیشتر بر اکلوزن دندانی، توجه کمتری به زیبایی و نسبت‌های صورتی داشت. انگل استفاده از نیروهای خارج دهانی را کنار گذاشت. وی مسئله ظاهر دندانی و صورت را با این فرض که بهترین زیبایی همیشه وقتی حاصل می‌شود که بیمار اکلوزن ایده‌آل را داشته باشد، حل کرد.

Charles Tweed و Raymond Begg کشیدن دندان در ارتودنسی را دوباره جهت بهبود زیبایی صورتی و به دست آوردن ثبات بهتر روابط اکلوزال، معرفی کردند.

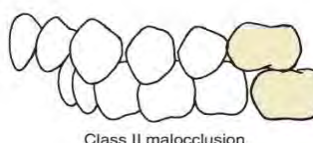
رادیوگرافی سفالومتری نشان داد که بیشتر مال اکلوزن‌های کلاس II و کلاس III نه فقط به دلیل موقعیت ناصحیح دندان‌ها؛ بلکه به دلیل روابط غلط فکی ایجاد شده است.



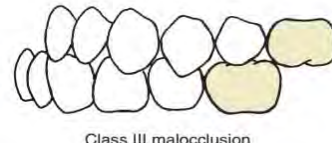
Normal occlusion



Class I malocclusion



Class II malocclusion



Class III malocclusion

اهداف درمانی جدید: پارادایم بافت نرم

اولویت در تشخیص و روش‌های درمانی در دو پارادایم قابل فهم است.

● در پارادایم بافت نرم، تمرکز روی معاینه کلینیکی است تا معاینه کست‌های دندانی و رادیوگرافیها.

● اهداف و محدودیت‌های درمان ارتودنتیک مدرن توسط بافت‌های نرم صورت و نه توسط دندان‌ها و استخوانها، تعیین می‌شود.

● این جهت‌گیری ارتودنسی در مقابل پارادایم انگل که در قرن بیستم غالب بود، به راحتی با مقایسه اهداف درمانی،



TABLE 1.1 Angle Versus Soft Tissue Paradigms: A New Way of Looking at Treatment Goals

Parameter	Angle Paradigm	Soft Tissue Paradigm
Primary treatment goal	Ideal dental occlusion	Normal soft tissue proportions and adaptations
Secondary goal	Ideal jaw relationships	Functional occlusion
Hard and soft tissue relationships	Ideal hard tissue proportions produce ideal soft tissues	Ideal soft tissue proportions define ideal hard tissues
Diagnostic emphasis	Dental casts, cephalometric radiographs	Clinical examination of intraoral and facial soft tissues
Treatment approach	Obtain ideal dental and skeletal relationships, assume the soft tissues will be all right	Plan ideal soft tissue relationships and then place teeth and jaws as needed to achieve this
Function emphasis	TMJ in relation to dental occlusion	Soft tissue movement in relation to display of teeth
Stability of result	Related primarily to dental occlusion	Related primarily to soft tissue pressure and equilibrium effects

TMJ, Temporomandibular joint.

شانس آسیب را کاهش دهد. (پذیرش انحراف از اکلوژن ایده آل انگل)

3- در گذشته، تمرکز کلینسین روی روابط اسکلتال و دندانانی بود، با این فرض که در صورت صحیح بودن روابط اسکلتال و دندانانی، روابط بافت نرم مناسب باقی خواهد ماند. با تمرکز گسترده‌تر بر بافت‌های نرم دهانی و صورت، ابتدا باید تعیین شود که روابط بافت نرم چگونه باشد و سپس موقعیت قرارگیری دندان‌ها و فکین طوری تعیین شود که وضعیت بافت نرم دلخواه ایجاد شود.

مشکلات معمول ارتودنسی: اپیدمیولوژی مال اکلوژن

تعریف «اکلوژن نرمال انگل» باید به عنوان اکلوژن ایده‌آل در نظر گرفته شود در حقیقت روی هم قرار گرفتن کامل

پارادایم بافت نرم چه تفاوت‌های اختصاصی در طرح درمان ایجاد می‌کند؟

1- هدف اولیه درمان، نه اکلوژن ایده‌آل انگل، بلکه روابط و تطابق بافت نرم می‌باشد. این هدف با اکلوژن ایده‌آل انگل در تضاد نیست، بلکه بیان می‌کند که اکلوژن ایده‌آل نمی‌تواند همیشه تمرکز اصلی طرح درمان باشد. روابط بافت نرم، که شامل نسبت‌های اجزاء بافت نرم صورت و رابطه دندان‌ها با لبها و صورت می‌باشد، تعیین‌کننده اصلی ظاهر صورت است.

2- هدف ثانویه درمان، اکلوژن فانکشنال است. بهترین توجیه برای اختلالات مفصل تمپورومندیبولار، صدمه به بافت نرم اطراف مفصل تمپورومندیبولار ناشی از grinding و clenching دندان‌ها است. بر این اساس، هدف مهم درمان، تنظیم اکلوژن به گونه‌ای است که



بالتر از آن در تماس است (1-2mm اوربایت نرمال می‌باشد). در این بایت، هم پوشانی عمودی وجود ندارد و جهت ارزیابی شدت اپن بایت فاصله عمودی ثنایا از یکدیگر اندازه‌گیری می‌شود.

نکته: اورجت، رابطه مولری کلاس II و کلاس III انگل را نشان می‌دهد. از آنجا که اورجت، نسبت به رابطه مولری، در مطالعات کلینیکی بسیار دقیقتر ارزیابی می‌شود، رابطه مولری به طور مستقیم بررسی نشد.



تغییر شیوع انواع مال اکلوزن از کودکی تا بزرگسالی:

- 1- افزایش بینظمی ثنایا
- 2- کاهش موارد شدید اورجت (علت این دو مورد: رشد بیشتر فک پایین نسبت به فک بالا با بزرگ شدن کودک)
- 3- ثابت ماندن مال اکلوزن open bite (کمترین شیوع مال اکلوزن را نیز دارد)

نکته: (در مطالعه NHANES III در جمعیت آمریکا)

- در بالغین، نظم دندان‌های فک بالا ثابت باقیمانده ولی بر میزان بی‌نظمی دندان‌های فک پایین افزوده شده است.
- بی‌نظمی در فک پایین با هر شدتی شایعتر است.
- احتمال وجود دیاستم میدلاین در سیاه پوستان بیشتر است.
- شیوع اورجت افزایش یافته همراه با مال اکلوزن کلاس II بسیار بیشتر از اورجت معکوس همراه با مال اکلوزن

دندان‌ها به این صورت که به خوبی روی خط اکلوزن معمول مرتب شوند تقریباً نادر است.

ویژگی‌هایی از مال اکلوزن که در مطالعه NHANES III (در کودکان و نوجوانان آمریکایی) ارزیابی شد عبارتند از:

- ایندکس بی‌نظمی (irregularity index): میزان نامرتبی اینسیزورها را اندازه می‌گیرد. اگر فاصله contact point کنونی دندان با نقطه تماس که میبایست وجود داشته باشد را به میلی‌متر و برای هر یک از ثنایا محاسبه و سپس مجموع این اعداد را برای کل ثنایا بیان کنیم ایندکس بی‌نظمی به دست می‌آید.
- میزان شیوع دیاستم خط وسط بیش از 2mm: فاصله بین دندان‌های مجاور، دیاستم خوانده می‌شود. دیاستم میدلاین ماگزایلا در دورهٔ دندانی مختلط و کودکان شایع است، و با رویش کاین‌های دایمی از بین می‌رود یا کاهش می‌یابد. تصحیح خود به خود دیاستم دوران کودکی زمانی که عرض آن کمتر از 2mm باشد محتمل‌تر است.

➤ شیوع کراس بایت خلفی: کراس بایت خلفی زمانی ایجاد می‌شود که دندان‌های خلفی ماگزایلا نسبت به دندان‌های مندیبل لینگوآلی تر قرار گیرند که اغلب نشان دهندهٔ قوس دندانی ماگزیلاری باریک است. کراس بایت خلفی لینگوآلی (یعنی دندان‌های بالا نسبت به دندان‌های پایین لینگوآلی قرار گرفته‌اند) انحراف اصلی از وضعیت اکلوزن نرمال در بعد عرضی به شمار می‌رود. کراس بایت باکال X-Occlusion نیز نامیده می‌شود.

➤ اورجت: اورجت به عنوان هم پوشانی افقی ثنایا تعریف می‌شود. به طور طبیعی، ثنایا با هم تماس دارند، طوری که ثنایای بالا فقط در حد ضخامت لبهٔ اینسیزال جلوتر از ثنایای پایین قرار می‌گیرد (2-3mm اورجت نرمال است). اگر ثنایای پایین جلوی ثنایای بالا قرار گیرند، به این وضعیت اورجت معکوس با کراس بایت قدامی می‌گویند.

➤ اوربایت و اپن بایت: اوربایت به صورت هم پوشانی عمودی ثنایا تعریف می‌شود. به طور طبیعی، لبهٔ اینسیزال ثنایای پایین با سطح لینگوآلی ثنایای بالا در سینگلوم و با

تمدن» معروف شده‌اند مال اكلوژن تحت تأثیر تغییرات زندگی مدرن بدتر شده است که شاید ناشی از کاهش استفاده از سیستم جوئنده به دلیل استفاده از غذاهای نرم امروزی باشد. تغییرات فانکشن فک، شیوع مال اكلوژن را افزایش داده است. پوسیدگی دندانی و هم بیماری پریودنتال، که در رژیم غذایی ابتدایی نادر بوده است و با تغییر رژیم غذایی در حال افزایش است. اثبات رابطه کاهش اندازه فک با آتروفی ناشی از عدم استفاده از فک (disuse atrophy) و بیماری‌های ناشی از استرس دشوار است.

چه کسانی به درمان نیاز دارند؟

دندان‌های بینظم سه نوع مشکل برای بیمار ایجاد کنند: (1) تبعیض اجتماعی به خاطر ظاهر صورت (2) مشکلات فانکشن دهان (3) استعداد به تروما، بیماری پریودنتال یا پوسیدگی دندانی.

مشکلات روانی - اجتماعی

ناراحتی روانی ناشی از ظاهر ناپسند دندان‌ها و صورت به طور مستقیم با شدت مشکل از نظر آناتومیکی ارتباط ندارد. دلیل اصلی مراجعه مردم جهت درمان ارتودنسی، این است که مشکلات روانی - اجتماعی مربوط به ظاهر صورت و دندان‌های خود را به حداقل برسانند که می‌توانند تأثیر مهمی روی کیفیت زندگی داشته باشند. عکس العمل‌های غیرقابل پیش‌بینی و متفاوت دیگران استرس ایجاد می‌کند و اثرات زیان بار دارد.

فانکشن دهان

◆ مال اكلوژن اغلب روی فانکشن اثر دارد و آن را دشوار می‌سازد. اگر کارایی جویدن به دلیل مال اكلوژن کاهش یابد، فرد تلاش بیشتری برای جویدن می‌کند. بلع به ندرت تحت تأثیر قرار می‌گیرد. اختلال در صحبت کردن به ندرت دیده می‌شود.

◆ رابطه مال اكلوژن و فانکشن تطابقی با اختلالات TMJ به صورت درد در مفصل و اطراف آن بروز می‌کند. این درد اغلب ناشی از خستگی و اسپاسم عضلاتی با

کلاس III است. اورجت 5mm یا بیشتر بیانگر مال اكلوژن کلاس II انگل می‌باشد. به علت رشد بیشتر ماگزیلا نسبت به مندیبل بعد از تولد، شیوع این مال اكلوژن در کودکان بیشتر از نوجوانان و بزرگسالان می‌باشد.

➤ انحراف عمودی از اوربایت ایده آل (0-2mm) در بالغین، نسبت به کودکان کمتر شایع است. شیوع اوربایت بیش از حد نسبت به این بایت (اوربایت منفی) بیشتر است.

➤ مال اكلوژن کلاس I بزرگ‌ترین گروه را شامل می‌شود. شیوع مال اكلوژن کلاس II حدوداً نصف اكلوژن نرمال است و مال اكلوژن کلاس III در نسبت کوچکی از جمعیت دیده می‌شود.

➤ در گروه‌های جمعیتی امروزی که کمتر تحت تأثیر تمدن نوین قرار گرفته‌اند، کراودینگ و بی‌نظمی دندان‌ها ناشایع است، اما اکثریت افراد دارای دیسکرنسی خفیف قدامی - خلفی یا عرضی هستند.

تحولات تکاملی طی هزاران سال روی سیستم دندانی:

◆ کاهش اندازه دندان‌ها، کاهش تعداد دندان‌ها و کاهش اندازه فک‌ها

◆ ثنایای سوم و پرمولر سوم همانند مولر چهارم از بین رفته است. در عصر حاضر، مولر سوم، پرمولر دوم و ثنایای دوم انسان اغلب تکامل نمی‌یابند. (ثنایای لترال ماگزیلا و پره مولر دوم مندیبل)

◆ در مورد مولر سوم کاهش بیشتری (missing) هم در آینده مورد انتظار است.

در مقایسه با سایر نخستیه‌ها، فک‌های انسان پیشرفته امروزی، کمتر تکامل یافته است. کاهش پیشرونده در اندازه فکی، اگر با کاهش اندازه و تعداد دندان‌ها هماهنگ نباشد می‌تواند منجر به کراودینگ و بی‌نظمی دندان‌ها شود. کراودینگ دندانی افزایش یافته به موازات انتقال از زندگی کشاورزی ابتدایی به زندگی مدرن شهری صورت گرفته است. در کشورهای پیشرفته بسیار شایع‌تر از کشورهای توسعه نیافته است و بنابراین به «بیماری‌های



نقش مال اکلوژن در مقایسه با نقش بهداشت کم اهمیت تر است. ترومای اکلوژال هم یک فاکتور اتیولوژیک ثانویه است.

انتخاب نوع درمان باید بر اساس شواهد باشد. randomized clinical trial بهترین نوع مطالعات و شواهد هستند. تمرکز باید روی تصمیمات مبتنی بر شواهد (evidence based) باشد تا تصمیمات مبتنی بر نظرات (opining based).

عقیده حمایت نشده یک فرد با تجربه، ضعیفترین مدرک کلینیکی است و اغلب، عقیده یک فرد با تجربه، براساس اسناد درمانی گروهی از بیماران که به طور گذشته نگر انتخاب شده اند، طرحریزی شده است. در صورتی که از نمونه های گذشته نگر در مطالعه کلینیکی استفاده می شود، بهتر است که آنها را براساس ویژگی هایشان در ابتدای درمان و نه انتهای درمان انتخاب کنیم و حتی بهتر است که انتخاب را قبل از شروع درمان، به صورت آینده نگر انجام دهیم. استاندارد طلایی برای ارزیابی مراحل کلینیکی درمان، استفاده از مطالعه کارآزمایی بالینی است، که در آن بیماران پیشاپیش به صورت تصادفی انتخاب می شوند تا از درمان های مختلف استفاده کنند.

یک روش دیگر برای به دست آوردن داده های بهتر برای پاسخ های درمانی، وقتی کارآزمایی های بالینی تصادفی متعدد موجود می باشد، استفاده از متاآنالیز است.

تقاضا برای درمان

تخمین اپیدمیولوژیک از نیاز به درمان

تعیین این که چه کسی به درمان نیاز دارد و چه کسی نیاز ندارد به تنهایی از طریق معاینات کست های دندانی و رادیوگرافها ممکن نیست. امروزه دو روش اصلی برای درجه بندی شدت مال اکلوژن وجود دارد: سیستم امتیازدهی با ارزیابی همکار (PAR) و ایندکس دیسکریپسی انجمن ارتودنتیست های آمریکایی (ABO). این سیستمها فقط دنتیشن را مدنظر قرار می دهد، نه خصوصیات اسکلتال یا صورتی را.

سابقه ای از سایش و فشار دادن دندان ها در شرایط استرس زا و یا قرار دادن مداوم مندیبل در یک موقعیت قدامی یا لترالی مندیبل رخ می دهد. (تا در اثر مال اکلوژن و درمان ارتودنسی).

♦ تنها کراس بایت خلفی همراه با شیفت فک هنگام بستن دهان همبستگی مثبتی با مشکلات مفصل گیجگاهی فکی دارند (ضریب همبستگی = $0/4 - 0/3$). این بدان معنا است که برای اکثریت بیماران، هیچ ارتباطی بین مال اکلوژن و TMD وجود ندارد. بنابراین ارتودنسی تقریباً هرگز به عنوان درمان اولیه مشکلات TMD تجویز نمی شود ولی در شرایط خاصی می تواند به عنوان یک درمان جانبی و کمکی مفید، همراه سایر درمانها برای کنترل عضلانی تجویز شود.

ارتباط با صدمات و بیماری های دندانی

ثناای بیرون زده ماگزایلا می توانند احتمال صدمه به دندان را افزایش دهد. بیشتر حوادث حین فعالیت های نرمال رخ می دهد تا ورزش. احتمال این که فرد مبتلا به مال اکلوژن کلاس II که درمان نشده است دچار صدمه به ثناای بالا شود 33% است، اما بیشتر اوقات، تنها مینای دندان دچار لب پریدگی خفیف می شود. به این دلیل، کاهش احتمال صدمه به دندان در ثناای بیرون زده دلیل خیلی محکمی برای درمان زود هنگام مشکلات کلاس II نمی باشد.

موارد نیاز به درمان زود هنگام ارتودنسی:

➤ اگر سابقه ترومای قبلی وجود داشته باشد و سن کمتر از 9 سال باشد، برای چنین کودکی، عقب بردن اینسایزورها (اما نه تحریک رشد یا growth nodification) اندیکاسیون دارد.

➤ اوربایت زیاد، که در آن ثناای پایین با کام تماس می یابد، می تواند صدمات مشخص بافتی ایجاد کند که منجر به از دست رفتن زود هنگام ثناای بالا و هم چنین سایش زیاد ثنایا شود.

مال اکلوژن تأثیری بر بیماری های دندانی با ساختارهای حمایت کننده ندارد. حتی اگر افراد دارای مال اکلوژن، به پوسیدگی دندانی مستعدتر باشند، در ایجاد پوسیدگی



شده است و در مقابل، مال اکلوژن‌های شدیدتر در جامعه سیاه پوستان بیشتر باقی مانده است. دندانپزشکان غالباً اعتقاد دارند که فقط حدود $\frac{1}{3}$ از بیماران، اکلوژن نرمال دارند، و برای حدود 55% بیمارانشان درمان ارتودنسی تجویز می‌کنند. به نظر می‌رسد که تمام کودکان سطح 3 طبقه‌بندی IOTN و بعضی از افراد سطح 2 می‌توانند از درمان ارتودنسی سود ببرند.

چه کسانی به دنبال درمان ارتودنسی هستند؟
هم تقاضا برای درمان (demand) و هم نیاز (need) به درمان، تحت تأثیر شرایط اجتماعی و فرهنگی هستند. کودکان جوامع شهری (تحت تأثیر والدین و دوستان) در مقایسه با کودکان روستایی نیاز بیشتری نسبت به درمان احساس می‌کنند. درآمد خانواده یک فاکتور تعیین‌کننده اصلی در تعیین تعداد کودکانی است که درمان ارتودنسی دریافت می‌کنند. چرا والدین به دنبال درمان برای فرزندانشان هستند؟ معلولیت‌های روانی - اجتماعی علت اصلی است. اخیراً، تعداد بیشتری از افراد مستتر از درمان ارتودنسی غالباً همراه با سایر درمانها برای حفظ و نگهداری دندان‌های خود استفاده کرده‌اند اکثریت آنها را مردان تشکیل می‌دادند. امروزه، مداخلات پزشکی و دندانپزشکی با هدف پیشرفت افراد به وضعیت «فراتر از نرمال» و «بهتر از خوب» تحت عنوان «enhancements» انجام می‌شود. مثل سفید کردن دندان‌ها و ارتودنسی. همه بیماران درمان شده ارتودنسی دچار تغییرات واضح در ظاهر صورت و دندان‌ها نمی‌شوند اما تقریباً، همه آنها بهبود در شرایط دندان‌ی و سلامت روانی خود را دریافته‌اند.

مقیاس PAR براساس اندازه‌گیری: alignment (کرا دینگ و spacing) دندان‌های قدامی ماگزینا و مندیلا، اکلوژن سگمنت باکال (قدامی خلفی، عرضی و عمودی)، اورجت یا اورجت معکوس، اوربایت، و دیکسپرینسی‌های میدلاین، با استفاده از مقیاس وزنی برای هر ویژگی محاسبه می‌شود. مقیاس ایندکس ABO به طور مشابهی محاسبه می‌شود، با این تفاوت اصلی که سه اندازه‌گیری سفالومتری را هم اضافه می‌کند.

ایندکس نیاز به درمان (IOTN):

بیماران در 5 گروه که از عدم نیاز به درمان تا نیاز به درمان طبقه‌بندی شده بودند، قرار می‌گیرند و این طبقه‌بندی در مورد نیاز به درمان به خوبی با قضاوت کلینیکی ارتباط دارد. این شاخص دارای یک جزء سلامت دندان‌ی است که از **ترتیب دندان‌ها** منشاء گرفته و یک جزء **زیبایی** دارد که از مقایسه ظاهر دندان‌ها با یک تصویر استاندارد به دست آمده است. ارتباط خوبی بین دو جزء سلامت دندان‌ی و زیبایی IOTN وجود دارد. درجات 8 تا 10 نشان دهنده نیاز قطعی برای درمان ارتودنسی است. 5 تا 7 نیاز متوسط و حد مرزی را نشان می‌دهد و 1 تا 4 حاکی از عدم نیاز یا نیاز کم به درمان می‌باشد. درمان تأثیر خود را به این صورت که افراد را از نیازمندی شدید IOTN به نیازمندی خفیف درمان تبدیل کند، نشان می‌دهد. شیوع بیشتر مال اکلوژن شدید در میان سیاه پوستان احتمالاً نشان دهنده این است که سفیدپوستان، بیشتر تحت درمان ارتودنسی قرار گرفته‌اند، که منجر به کاهش شدت مال اکلوژن در سفیدپوستان



• BOX 1.1 Index of Treatment Needs (IOTN)
Treatment Grades

Grade 5 (Extreme/Need Treatment)

- 5.i Impeded eruption of teeth (except third molars) due to crowding, displacement, the presence of supernumerary teeth, retained deciduous teeth, and any pathologic cause.
- 5.h Extensive hypodontia with restorative implications (more than one tooth per quadrant) requiring preprosthetic orthodontics.
- 5.a Increased overjet greater than 9 mm.
- 5.m Reverse overjet greater than 3.5 mm with reported masticatory and speech difficulties.
- 5.p Defects of cleft lip and palate and other craniofacial anomalies.
- 5.s Submerged deciduous teeth.

Grade 4 (Severe/Need Treatment)

- 4.h Less extensive hypodontia requiring preresorative orthodontics or orthodontic space closure (one tooth per quadrant).
- 4.a Increased overjet greater than 6 mm but less than or equal to 9 mm.
- 4.b Reverse overjet greater than 3.5 mm with no masticatory or speech difficulties.
- 4.m Reverse overjet greater than 1 mm but less than 3.5 mm with recorded masticatory or speech difficulties.
- 4.c Anterior or posterior crossbites with greater than 2 mm discrepancy between retruded contact position and intercuspal position.
- 4.l Posterior lingual crossbite with no functional occlusal contact in one or both buccal segments.
- 4.d Severe contact point displacements greater than 4 mm.
- 4.e Extreme lateral or anterior open bites greater than 4 mm.
- 4.f Increased and complete overbite with gingival or palatal trauma.
- 4.t Partially erupted teeth, tipped, and impacted against adjacent teeth.
- 4.x Presence of supernumerary teeth.

Grade 3 (Moderate/Borderline Need)

- 3.a Increased overjet greater than 3.5 mm but less than or equal to 6 mm with incompetent lips.
- 3.b Reverse overjet greater than 1 mm but less than or equal to 3.5 mm.
- 3.c Anterior or posterior crossbites with greater than 1 mm but less than or equal to 2 mm discrepancy between retruded contact position and intercuspal position.
- 3.d Contact point displacements greater than 2 mm but less than or equal to 4 mm.
- 3.e Lateral or anterior open bite greater than 2 mm but less than or equal to 4 mm.
- 3.f Deep overbite complete on gingival or palatal tissues but no trauma.

Grade 2 (Mild/Little Need)

- 2.a Increased overjet greater than 3.5 mm but less than or equal to 6 mm with competent lips.
- 2.b Reverse overjet greater than 0 mm but less than or equal to 1 mm.
- 2.c Anterior or posterior crossbite with less than or equal to 1 mm discrepancy between retruded contact position and intercuspal position.
- 2.d Contact point displacements greater than 1 mm but less than or equal to 2 mm.
- 2.e Anterior or posterior open bite greater than 1 mm but less than or equal to 2 mm.
- 2.f Increased overbite greater than or equal to 3.5 mm without gingival contact.
- 2.g Prenormal or postnormal occlusions with no other anomalies.

Grade 1 (No Need)

- 1. Extremely minor malocclusions, including contact point displacements less than 1 mm.

فصل 2

مفاهیم رشد و تکامل

سفالوکودال» است. به عبارتی یک محور رشدی افزایش یابنده از سر به سمت پاها وجود دارد.

رشد بافت‌های بدن:

همه سیستم‌های بافتی بدن با یک سرعت رشد نمی‌کنند. سیستم‌های عضلانی و اسکلتی سریعتر از مغز و سیستم عصبی مرکزی رشد می‌کنند.

منحنی Scammon's برای رشد بافت‌های عمده بدن:

● رشد بافت‌های عصبی تقریباً تا 6-7 سالگی کامل می‌شود.

● بافت‌های عمومی بدن که شامل عضلات، استخوان و احشا است، منحنی S شکلی را نشان می‌دهد که در دوران کودکی، سرعت رشد آهسته‌ای دارد و در بلوغ این سرعت افزایش می‌یابد.

● بافت‌های لنفوئیدی، بسیار پیشتر از بزرگسالی، در اواخر دوران کودکی پرولیفره می‌شوند و سپس در زمانی که رشد بافت‌های جنسی به سرعت در حال افزایش است، اندازه بافت لنفوئیدی کاهش می‌یابد.

یک دلیل برای ایجاد شیب‌های رشدی سفالوکودال در کل بدن این است که بافت‌های مختلف که با سرعت‌های متفاوت رشد می‌کنند، در قسمت‌های مختلف بدن متمرکز شده‌اند وقتی جمجمه یک نوزاد تازه متولد شده، با یک فرد بالغ مقایسه می‌شود، می‌توان دید که نوزاد، به طور نسبی کرانیوم بزرگتر و صورت کوچکتری دارد. پس از تولد، رشد بیشتری در ساختارهای صورتی و کرانیال به وجود می‌آید. شیب رشدی سفالوکودال در مندیبل تمایل

رشد و تکامل با وجود این که کاملاً به یکدیگر مرتبط هستند ولی مترادف نیستند. **رشد** معمولاً به افزایش در اندازه یا تعداد اشاره می‌کند. گاهی افزایش در اندازه یا تعداد نداریم، بلکه تغییر شامل افزایش در میزان پیچیدگی است. **تکامل** عبارتست از افزایش درجه ارگانیزاسیون و پیچیدگی، که اغلب همراه با پیامدهای نامطلوبی برای محیط طبیعی می‌باشد. در تکامل، به بهای کاهش توانایی‌های بالقوه، افزایش اختصاصی شدن مطرح است. رشد پدیده‌ای آناتومیک است، در حالی که تکامل پدیده‌ای فیزیولوژیک و رفتاری است.

رشد: الگو، تنوع‌پذیری و زمان

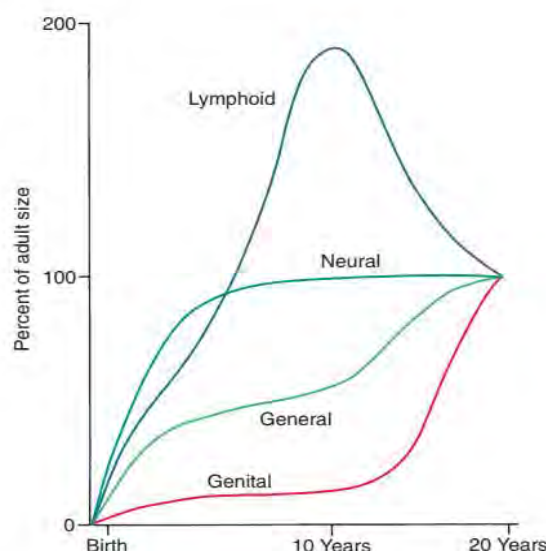
◆ در دوران جنینی در حدود ماه سوم تکامل داخل رحمی، سر تقریباً 50% طول کل بدن را شامل می‌شود. در این مرحله، کرانیوم نسبت به صورت بزرگتر است و بیش از نصف کل سر را شامل می‌شود در عوض اندامها هنوز رشد نکرده‌اند و تنه تکامل نیافته است.

◆ پس از ماه سوم دوران جنینی، نسبت اندازه سر و صورت به کل بدن به طور یکنواخت کاهش می‌یابد. تا زمان تولد، تنه و اندامها سریعتر از سر و صورت رشد می‌کنند، به طوری که نسبت سر به کل بدن به 30% کاهش می‌یابد. و در بزرگسالان این نسبت به حدود 12% می‌رسد. در زندگی پس از تولد، اندام‌های تحتانی نسبت به اندام‌های فوقانی بیشتر رشد می‌کنند.

◆ تمام این تغییرات که قسمتی از الگوی رشد نرمال محسوب می‌شوند، بیان‌کننده «**شیب رشدی**



به رشد بیشتر و طولانیتری نسبت به ماگزیلا - که به مغز نزدیکتر است - دارد.



• **Fig. 2.2** Scammon's curves for growth of the four major tissue systems of the body. As the graph indicates, growth of the neural tissues is nearly complete by 6 or 7 years of age. General body tissues, including muscle, bone, and viscera, show an S-shaped curve, with a definite slowing of the rate of growth during childhood and an acceleration at puberty. Lymphoid tissues proliferate far beyond the adult amount in late childhood and then undergo involution at the same time that growth of the genital tissues accelerates rapidly. (From Scammon RD. The measurement of the body in childhood. In: Harris JA, ed. *The Measurement of Man*. Minneapolis: University of Minnesota Press; 1930.)

زمان:

تنوع ناشی از زمان به این دلیل رخ می‌دهد که یک پدیده یکسان برای افراد مختلف در زمان‌های مختلف رخ می‌دهد (ساعات بیولوژیک متفاوت). برخی از کودکان سریع رشد می‌کنند و زودتر بالغ می‌شوند و رشدشان سریعتر تکمیل می‌شود و ناحیه بالای نمودارهای تکاملی قرار دارند. برخی دیگر رشد و تکامل آهسته‌تری دارند و بنابراین در قسمت‌های عقب‌تر نمودار قرار می‌گیرند در حالی که با گذشت زمان، آنها به بقیه می‌رسند و حتی از کودکانی که زمانی از آنها بزرگتر بودند پیشی می‌گیرند. همه کودکان، دارای جهش رشدی در دوران نوجوانی

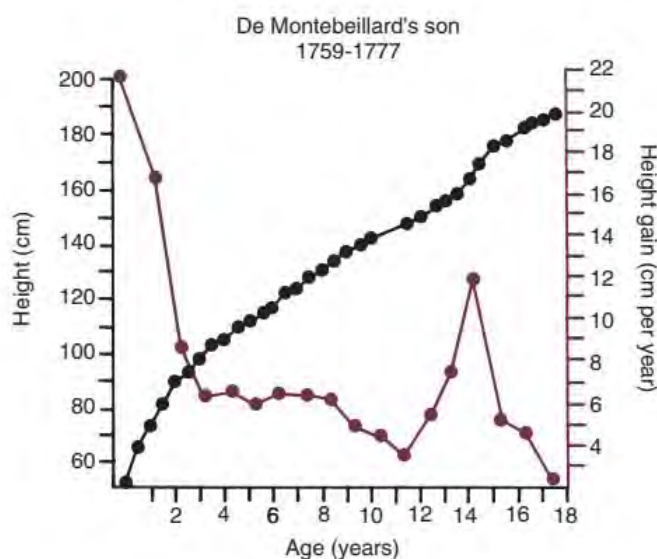
ویژگی‌های مهم الگوی رشد، قابل پیش‌بینی بودن (الگوها مرتباً تکرار می‌شوند) و تنوع پذیری (افراد در چگونگی رشد شبیه هم نیستند) می‌باشد.

به جای این که رشد به صورت نرمال یا اِبنورمال طبقه‌بندی شود، توجه به انحراف آن از الگوی معمول و بیان تنوع‌پذیری به صورت کمی سودمندتر است. کودک باید نسبت به همسالان خود در چارت استاندارد قد و وزن ارزیابی شود.

تنوع‌پذیری در رشد، از چند طریق ایجاد می‌شود: تنوع نرمال، تأثیرات ناشی از حوادث غیر عادی (مثل بیماری شدید) و تأثیرات زمان

((velocity)).. منحنی سرعت نسبت به منحنی فاصله، افزایش یا کاهش در سرعت رشد را بهتر نشان می‌دهد. به افزایش رشد در بلوغ توجه کنید که برای این فرد در سن 14 سالگی رخ داده است.

هستند. این جهش به طور آشکاری با تغییر در نمودارهای قد و وزن قابل مشاهده است. منحنی رشد یا به صورت قد و وزن در هر سن رسم می‌شود (منحنی فاصله (distance)) یا میزان تغییر هر کدام از این پارامترها را در یک بازه زمانی خاص رسم می‌کنند (منحنی سرعت



در قاعده تنوع زمانی با کاربرد سن تکاملی به جای سن کرونولوژیک کاهش می‌یابد. اگر داده‌های به دست آمده از قد دختران را با کاربرد menarche به عنوان یک نقطه رفرنس زمانی صفر رسم کنیم، دخترانی که زود، متوسط و یا دیر بالغ می‌شوند، در واقع دارای الگوی رشدی بسیار مشابهی خواهند بود.

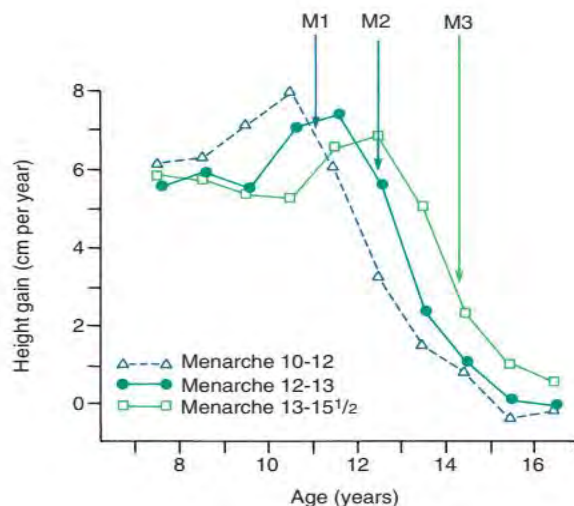
برای مطالعه رشد فیزیکی، دو روش پایه وجود دارد:

1- **تکنیک‌های اندازه‌گیری:** در جانوران زنده شامل انسانها.

2- **مطالعات تجربی:** (experimental) آزمایشاتی را به کار می‌برد که در آن رشد به طریقی دستکاری می‌شود. شامل گونه‌های غیر انسانی

شروع قاعدگی (menarche) در افراد مونث قابل اطمینانترین نشانه بلوغ جنسی است. بلوغ جنسی با یک جهش در رشد همراه است. در سن 11 سالگی، دختر زود بالغ شونده، اغلب از دوران اوج جهش رشدی نوجوانی خود رد شده است، در حالی که دختر دیر بالغ شونده هنوز رشد سریع را آغاز نکرده است. منحنی‌های سرعت رشدی برای دختران زود، متوسط و دیر بالغ شونده نشان می‌دهد:

- 1- هر چه جهش رشدی بلوغ، زودتر رخ دهد، شدت آن بیشتر خواهد بود.
- 2- در سنین 11 یا 12 سالگی دختر زود بالغ شونده، بزرگتر از دختر دیر بالغ شونده است.
- 3- شروع قاعدگی (menarche) (M_1 , M_2 , M_3) همواره پس از جهش رشدی رخ داده است.



رشدی توسط سوپرایمپوز کردن تریسینگ یا یک مدل دیجیتال سفالوگرام جدید بر روی سفالوگرام قبلی انجام می‌شود. به این ترتیب تغییرات ایجاد شده قابل اندازه‌گیری هستند. مشکل: این روش یک تصویر دو بعدی از ساختار سه بعدی ارائه می‌دهد.

4- تصویربرداری سه بعدی:

➤ توموگرافی کامپیوتری اگزیال (CAT یا CT)، امکان بازسازی سه بعدی کرانیوم و صورت را به ما می‌دهد و این روش برای ارائه طرح درمان جراحی برای بیمارانی که دچار بدشکلی‌های صورتی هستند به کار می‌رود. CT بهترین راه برای تعیین جزئیات مال فورماسیون اسکلتی است.

➤ CBCT به طور قابل توجهی دوز اشعه و هزینه را کاهش می‌دهد. در CBCT، اسکن بیماران با میزانی از اکسپوز اشعه که بسیار نزدیک به سفالوگرام است، انجام می‌شود.

➤ MRI، تصاویر سه بعدی را فراهم می‌کند، با این مزیت که هیچ گونه دریافت اشعه‌ای صورت نمی‌گیرد. این روش برای آنالیز تغییرات رشدی اعمال شده توسط دستگاه‌های فانکشنال به کار برده شده است و بافت نرم را واضحتر از بافت سخت نشان می‌دهد.

➤ فتوگرافی‌های سه بعدی، امکان اندازه‌گیری‌های دقیقتر تغییرات و ابعاد بافت نرم صورتی را فراهم می‌کند.

روش‌های اندازه‌گیری و به دست آوردن داده‌های اندازه‌گیری به ترتیب معرفی:

1- **کرانیومتری**. بر پایه اندازه‌گیری حجمه جسد انسان می‌باشد. مزیت: می‌توان اندازه‌گیری‌های دقیقی بر روی حجمه خشک انجام داد. مشکل عمده: همه داده‌های رشدی باید مقطعی (cross-sectional) باشند.

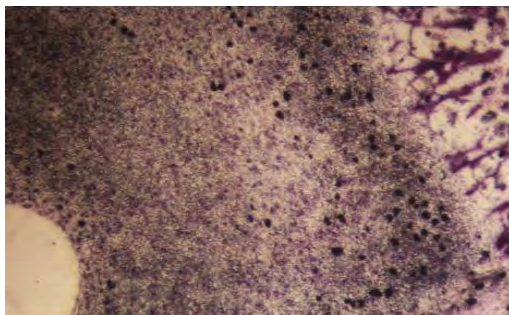
2- **آنتروپومتری**. ابعاد اسکلتال بر روی افراد زنده اندازه‌گیری می‌شود. لندمارک‌های مختلف استفاده شده در مطالعات حجمه‌های خشک، با استفاده از نقاط بافت نرم پوشاننده این لندمارک‌های استخوانی، در افراد زنده اندازه‌گیری می‌شود. برای مثال، اندازه‌گیری طول کرانیوم از نقطه‌ای در پل بینی تا نقطه‌ای در محدبترین قسمت پشت حجمه محاسبه می‌شود. در طی رشد فرد، اندازه‌گیری‌ها در زمان‌های مختلف تکرار می‌شود پس داده‌های طولی یا longitudinal حاصل می‌شود.

3- **رادیولوژی سفالومتری**. مزایای کرانیومتری و آنتروپومتری را دارد و امکان اندازه‌گیری مستقیم ابعاد استخوانی اسکلتی وجود دارد. همچنین استخوان از میان بافت نرم پوشاننده آن در رادیوگرافی قابل رؤیت است. به علاوه همان فرد در طی زمان قابل پیگیری است. مطالعات

در جریان است، مشخص می‌شود. استخوان به سرعت ریمادل می‌شود و نواحی که از آنها استخوان برداشته می‌شود، قابل تشخیص است، به این صورت که مواد رنگ شده از این نواحی برداشته می‌شوند. اگرچه مطالعاتی که از رنگ‌آمیزی حیاتی استفاده می‌کنند در انسانها قابل انجام نیستند، ولی رنگ‌آمیزی حیاتی به طور ناخواسته می‌تواند رخ دهد. تتراسایکلین یک ماده رنگ‌آمیزی حیاتی عالی است که همانند آلیزارین در نواحی رشد به کلسیم متصل می‌شود. هر متابولیت رادیواکتیوی که با بافت‌های بدن ترکیب می‌شود، به عنوان نوعی رنگ حیاتی به کار برده شود. برای کشف نواحی رشد سریع استخوانی در انسانها می‌توان از ایزوتوپ ^{99m}TC ساطع‌کننده گاما، استفاده نمود. اما این تصاویر در تشخیص مشکلات موضعی رشد مثل هایپرپلازی کندیل بیشتر از مطالعات الگوهای رشدی کاربرد دارند.



رنگ‌آمیزی تتراسایکلین: با توجه به محل رنگ‌آمیزی و دوز بالایی که دریافت شده بود، شروع آن زمانی بوده که نیمی از تاج اینسیزورهای سنترال تشکیل شده بود یعنی تقریباً ماه سی



آنالیز داده‌های به دست آمده

داده‌های حاصل از آنترومیتری و سفالومتری را می‌توان علاوه بر حالت طولی (longitudinal)، به صورت مقطعی نیز بیان نمود. بیشتر مطالعات، مقطعی (به دلیل آسانتر و سریعتر بودن نسبت به مطالعات طولی) هستند. مطالعات طولی از این نظر کارآمد هستند که میزان زیادی از اطلاعات، از یک نمونه نسبتاً کوچکتر نسبت به آنچه در مطالعه مقطعی مورد نیاز است، به دست می‌آید. همچنین، تنوعات فردی خصوصاً تنوعات ایجاد شده در اثر زمان را به خوبی مشخص می‌کند. یکسان‌سازی و هموارسازی تنوعات فردی، ویژگی داده‌های مقطعی است و یک محدودیت بزرگ برای کاربرد روش مقطعی در مطالعات رشدی به حساب می‌آید. فقط با استفاده از پیگیری فردی در طی زمان در مطالعات طولی، دیدن جزئیات الگوهای رشدی امکانپذیر است.

داده‌های رشدی را می‌توان از منحنی فاصله (distance) و منحنی سرعت (Velocity) به دست آورد. تغییرات در سرعت رشد، با منحنی سرعت بسیار آسانتر قابل تشخیص هستند. افزایش وزن رویان در مرحله اولیه، از یک منحنی لگاریتمی پیروی می‌کند هر چه تعداد سلول‌های بیشتری وجود داشته باشد، تقسیمات سلولی بیشتری می‌تواند رخ دهد. اگر همان داده‌ها با به کار بردن لگاریتم وزن به صورت منحنی رسم شود، یک منحنی مستقیم سرعت به دست می‌آید. این موضوع نشان‌دهنده این است که سرعت تکثیر سلولها در رویان کم و بیش پایدار باقی مانده است.

روش‌های تجربی

1- رنگ‌آمیزی حیاتی (Viral staining)

رنگ‌هایی که بافت‌های معدنی (یا گاهی بافت‌های نرم) را رنگ‌آمیزی می‌کنند، به بدن یک جانور تزریق می‌شوند. این رنگ در استخوانها و دندان‌ها باقی می‌ماند و می‌تواند پس از مرگ، ردیابی شود. ماده فعال، رنگی به نام Alizarin است. الیزارین در نواحی که کلسیفیکاسیون استخوان در جریان است به شدت با کلسیم، واکنش می‌دهد. چون این مناطق، محل‌های رشد فعال اسکلتی هستند، پس از تزریق رنگ، مناطقی که در آن رشد فعال



ردیابی مواد رادیواکتیو با اتورادیوگراف در استخوان‌های جنین rat که در محیط کشت ارگان آمیخته با کرین 14C pooline و tritium 3H-thymidine در حال رشد هستند. Thymidine با DNA ترکیب شده و وقتی که سلولها تقسیم می‌شوند، نسخه‌برداری می‌شود. بنابراین هسته‌های رنگی، سلول‌هایی هستند که در محیط کشت متحمل میتوز شده‌اند. چون Proline تشکیل‌دهنده اصلی کلاژن می‌باشد، رنگ‌آمیزی سیتوپلاسمی نشان‌دهنده مناطقی است که پرولین با آنها ترکیب شده است. به خصوص با کلاژن ترشح شده خارج سلولی.

2- رادیوگرافی با ایمپلنت

در این تکنیک، پین‌های فلزی خنثی در استخوان‌های هر قسمتی از اسکلت، مثل صورت و فکین قرار داده می‌شوند. بدون هیچ مشکلی به طور دائمی با استخوان یکی می‌گردند و به خوبی روی سفالوگرام دیده می‌شوند. اگر ایمپلنتها در فکین قرار داده شوند، افزایش قابل توجهی در دقت آنالیز طولی سفالومتری در الگوی رشدی حاصل می‌شود.

تأثیرات ژنتیک بر رشد

- ژن‌های Dix و homeobox Msx نه تنها در تکامل دندان‌ها بلکه همچنین در رشد مندیبل نقش ایفا می‌کنند. (morphogenesis و pattern formation)
- Msx1 در تشکیل دندان‌ها نقش برجسته‌تری دارد و در استخوان بازال بیان (express) می‌شود، در حالی که Msx2 قویاً در زائده آلوئولار بیان می‌شود.
- یک ارتباط بین ژنوتیپ خاصی از میوفیبریل‌های anchor protein عضله و مال اکلوژن C1 II و دیپ بایت نشان داده شده است.

طبیعت رشد اسکلتی

در سطح سلولی، تنها سه امکان برای رشد وجود دارد و هر سه فرایند در رشد اسکلتی اتفاق می‌افتند:

1- افزایش در اندازه خود سلولها (هایپر تروفی)، در برخی شرایط خاص، اتفاق می‌افتد و کم اهمیت است.

2- افزایش در تعداد سلولها (هایپرپلازی)، هایپرپلازی، ویژگی بارز همه انواع رشد است.

3- ترشح مواد خارج سلولی. باعث افزایش در اندازه کلی می‌شود. با وجود این که بافت‌های کل بدن مواد خارج سلولی ترشح می‌کنند، در رشد سیستم اسکلتال که در آن مواد خارج سلولی بعداً مینرالیزه می‌شوند، دارای اهمیت ویژه‌ای است. این حقیقت که مواد خارج سلولی اسکلت، معدنی می‌شوند، منجر به یک تمایز مهم بین رشد بافت‌های نرم یا غیر مینرالیزه با بافت‌های سخت یا کلسیفیه می‌شود. بافت‌های سخت عبارتند از استخوان، دندان و گاهی غضروف. سایر بافت‌های بدن هم به عنوان بافت‌های نرم شناخته می‌شوند. در بیشتر موارد، غضروف به ویژه غضروفی که کاملاً در رشد درگیر است، مثل بافت نرم رفتار می‌کند و باید به جای بافت سخت، در گروه بافت نرم قرار گیرد.

رشد بافت‌های نرم:

- به وسیله ترکیبی از هایپرپلازی و هایپرتروفی اتفاق می‌افتد.
- این فرایندها در هر جایی در داخل بافت ادامه می‌یابد و منجر به رشد بینابینی (interstitial growth) می‌شود (رشد در همه نقاط داخل بافت رخ می‌دهد).
- با وجود این که ترشح مواد خارج سلولی هم می‌تواند با رشد بینابینی همراه شود، ولی هایپرپلازی به طور اولیه و هایپرتروفی به طور ثانویه ویژگی‌های این نوع رشد به شمار می‌روند.
- رشد بینابینی، ویژگی تقریباً همه بافت‌های نرم و غضروف غیر کلسیفیه سیستم اسکلتی است.
- **رشد بافت سخت:**
- وقتی معدنی شدن رخ داد و بافت سخت تشکیل شد، رشد بینابینی غیر ممکن می‌گردد.
- هایپرپلازی، هایپرتروفی و ترشح مواد خارج سلولی هنوز ممکن است، اما در بافت‌های مینرالیزه این فرایندها، فقط در سطح می‌تواند رخ دهد نه در داخل توده معدنی شده.
- اضافه شدن مستقیم استخوان جدید به سطح استخوان موجود، از طریق فعالیت سلول‌های پریوستئوم رخ