

مفهوم سن استخوانی و اشتباهات رایج در کاربرد آن

دکتر فرهاد تفتدی، استادیار بخش رادیولوژی، بیمارستان کودکان دکتر فریب، مجتمع بیمارستانی امام خمینی

Concepts of Bone Age Assessment and Common Misunderstandings ABSTRACT

Bone age determination is one of the important radiological methods of diagnosis. However, unfortunately considerable misunderstanding is seen among physicians and even radiologists. This is due to a general lack of knowledge concerning basic concepts, normal variation and the areas choosing for X-Ray. Most of errors are attributable to ignorance of the expected range of normal bone development.

A well-known atlas of wrist and hand by "Greulich and Pyle" is widely accepted because of its simplicity and low radiation exposure, but the bones of these areas do not necessarily reflect development of the skeleton generally. This method is more abused by referring physicians when they limit the X-Ray to the wrist region, which considerably reduces accurate assessment.

In this paper, different aspects of subject, including assessment and clinical use of neonatal bone maturation, such as; hypothyroidism, low birth weight babies, and respiratory distress syndrome are also discussed.

Key Words : Bones; Growth; Development; Bone age

چکیده

جهت تعیین سن استخوانی، معمولاً از اطلس مشهور Greulich and Pyle استفاده می‌شود، هرچند که بررسی یک ناحیه نمی‌تواند بیانگر چگونگی رشد سایر استخوانها باشد و بهتر است از مراکز استخوانی سایر اعضا نیز کمک گرفت. بخاطر سادگی کار و میزان مقدار کم تابش اشعه، استفاده از اطلس دست عملاً بطور گسترده‌ای بین پزشکان پذیرفته شده است، ولی متأسفانه بطور مطلوب از آن استفاده نمی‌شود. در اغلب موارد، درخواست پرتونگاری محدود به مچ دست است که باعث حذف قسمت‌های مهمتر یعنی بندها و متاکارپها می‌شود. هنگام تفسیر نیز اکثراً تفاوت‌های طبیعی (Normal variation) در نظر گرفته نمی‌شود.

اطلس دست در تعیین سن استخوانی نوزادان کاربردی نداشته و باید از مراکز دیگری نظیر زانو، کف پا، سر بازو و دندانها استفاده نمود. در نوزادان بیشترین کاربرد سن استخوانی، بررسی هیپوتیروئیدی است. البته در موارد نوزادان مبتلا به دیسترس تنفسی و نوزادان کم وزن نیز می‌تواند در تشخیص علت بیماری کمک کننده

باشد. انتخاب ناحیه پرتونگاری بستگی به سن جنینی نوزاد (gestational age) و بیماری مورد نظر دارد.

در پایان مقاله بمنظور دسترسی سریع به منابع مختلف، بطوری که دربرگیرنده رعایت نکات مهم نیز باشد، جدول خلاصه شده‌ای در دو صفحه جهت تعیین سن استخوان ارائه خواهد گردید.

واژه‌های کلیدی : استخوان؛ رشد؛ تکامل؛ سن استخوانی

مقدمه

تعیین سن استخوانی یکی از روش‌های تشخیص رادیولوژی است که در کار روزمره اکثر پزشکان مورد استفاده قرار می‌گیرد. متأسفانه به خاطر عدم آشنایی کامل از نحوه کاربرد آن، غالباً در معرض اشتباهات تفسیری است.

هدف از تهیه این مقاله اشاره به جنبه‌های مختلف مفهوم سن

استخوانی در جهت استفاده بهینه‌تر می‌باشد که تا کنون در مقالات، کمتر به آن اشاره شده است.

مرور روش‌ها و بحث

تفاوتها (Variations) و محدودیتها

یکی از نکاتی که باید در بررسی سن استخوانی مورد توجه قرار گیرد، آگاهی داشتن کامل از تفاوت‌های طبیعی پدیده رشد استخوانی در اشخاص مختلف می‌باشد. این تفاوت‌های طبیعی در نوزادان رسیده (fullterm) و شیرخواران کمتر بوده و با افزایش سن کودک بیشتر می‌شود. در بسیاری از کتابها، تفاوت‌های طبیعی نصف و یا حتی یک چهارم مقدار واقعی ذکر شده است که باعث بالا رفتن تعداد گزارشات غیرطبیعی شده است. در بررسی Garen و همکاران حدود تفاوت‌های طبیعی در سنین مختلف مطابق جدول ۱ نشان داده شده است (۷،۶).

جدول ۱- تفاوت‌های طبیعی بین پسران و دختران در سنین مختلف

تفاوت‌های طبیعی	سن کودکان به سال	
	پسرها	دخترها
۳-۶ ماه	۱-۰	۰-۱
۱-۱/۵ سال	۳-۲	۲-۳
۲ سال	۷-۱۱	۶-۱۰
بالتر از ۲ سال	۱۳-۱۴	۱۲-۱۳

نتایج مشابهی توسط Groulich و Pyle و سایرین گزارش شده است (۸). سن استخوانی در دختران نسبت به پسران قدری جلوتر می‌باشد. این اختلاف در سه سالگی، حدوداً یکسال و از هفت سالگی تا سن بلوغ حدوداً دو سال ذکر شده است (۷). به همین جهت معیارهای جداگانه‌ای برای دو جنس مذکر و مؤنث در نظر گرفته می‌شود.

تفاوت‌های نژادی نیز وجود دارند. به طور مثال سن استخوانی در سیاهپوستان قدری جلوتر می‌باشد (۷،۶).

هرچند که تفاوت‌های نژادی تقریباً در حدود طبیعی قرار دارند، با این حال بهتر است حداقل امکان جداول و استانداردهای تهیه شده مناسب با منطقه جغرافیایی مورد نظر باشد.

استخوانهای توبولر (tubular) دست (بندما و متاکارپها) کمتر از استخوانهای گرد می‌شود، تحت تأثیر تفاوت‌های طبیعی قرار

می‌گیرند (۷،۱).

به جز در موارد نادر، استخوانهای دو طرف بدن یک شخص تقریباً به طور یکسان رشد می‌نمایند. بنابراین غیرضروری است که هر دو طرف بررسی شود. از آنجا که اغلب افراد با دست راست کار می‌کنند، به طور معمول پرتونگاری از دست چپ که کمتر در معرض تغییرات اکتسابی است، تهیه می‌گردد (۷،۱).

همچنین باید در نظر داشت که رشد استخوانها در طول زمان با سرعت یکنواخت و ثابتی صورت نمی‌گیرد و بعضی از کودکان سالم ممکن است به طور موقت در مرحله‌ای دچار تأخیر و یا در مرحله دیگر دچار تسریع رشد استخوانی شوند (۷،۱).

روشهای مختلف بررسی

روشهای مختلفی جهت بررسی سن استخوانی پیشنهاد گردیده است، اما هیچکدام به طور کامل ایده‌آل نیستند. مشهورترین آنها اطلس دست می‌باشد. روشهای دیگر علی‌رغم ارجحیت نسبی که ممکن است نسبت به اطلس دست داشته باشند ولی به خاطر پیچیدگی و یا بالا بودن میزان تابش اشعه ارزش عملی کمتری داشته و به طور معمول مورد استفاده قرار نمی‌گیرند و در اینجا فقط اشاره مختصری به آنها می‌شود و توصیه می‌شود جهت کسب اطلاعات بیشتر به منابع ذکر شده مراجعه گردد:

* **روشهای شمارش مراکز استخوانی:** تعداد کل مراکز استخوانی اندامهای فوقانی طرف چپ از جمله لگن و شانه شمرده می‌شود. سپس با استفاده از جدول، شاخص طبیعی سن استخوانی کودک تعیین می‌شود. این روش به مهارت خاصی نیاز ندارد ولی متأسفانه در کودکان بزرگتر از دو سال کاربرد خوبی ندارد (۷،۴).

* **روش Oxford and Tranner Whithouse:** برای هر مرکز استخوانی دست و مچ از ابتدائی‌ترین مرحله تا مرحله رشد کامل، بسته به میزان رشد، امتیازاتی به صورت شماره داده می‌شود. مجموعه امتیازات هر دو دست نشانگر درجه رشد استخوانی خواهد بود. از معایب عمده این روش وابستگی زیاد به استخوانهای مچ دست می‌باشد (۳).

* **روش Gam و همکاران:** (۶،۳) یکی از روشهای جدید و پیشرفته است. در این روش زمان ظاهر شدن ۲۰ مرکز استخوانی از مهمترین مراکز دست، زانو و کف پا به طور جداگانه برای دختر و پسر انتخاب می‌شود. سپس به کمک رایانه با استفاده از جداول مخصوص، سن استخوانی مشخص می‌گردد.

جالب اینکه در این بررسی از هیچیک از استخوانهای گرد مچ

بررسی Roch و همکاران (۱۷،۱۶) نشان داده شده که اختلاف در تفسیر، به طور متوسط از شخصی به شخص دیگر ممکن است به ۳ الی ۴ ماه برسد.

ه) جهت بررسی سن استخوانی در نوزادان، استفاده از اطلس دست ارزشی ندارد و باید از روشهای دیگر که ذیلاً ذکر خواهد شد، استفاده نمود.

بررسی سن استخوانی در نوزادان

بررسی سن استخوانی در نوزادان از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. مهمترین مراکزی که مورد استفاده قرار می‌گیرند عبارتند از: ۱- اپی‌فیز دیستال فمور: یکی از مراکزی است که کمتر تحت تأثیر تغییرات طبیعی قرار می‌گیرد و به همین جهت کاربرد وسیعی دارد. این مرکز حدوداً هفته ۳۷ جنینی استخوانی می‌شود (حداقل زمان ظاهر شدن ۳۱ هفته و حداکثر ۳۹ هفته در دختران و ۴۰ هفته در پسران)(۹).

۲- اپی‌فیز سر استخوان بازو: طبق آمار Kuhns و همکاران در آمریکا، حدوداً تا ۴۰ درصد موارد می‌توان اپی‌فیز سر استخوان بازو را در پرتونگاری قفسه صدری نوزادان فول‌ترم ملاحظه نمود(۱۸،۱۲). به همین جهت می‌تواند نشانه خوبی جهت Maturity باشد. حداقل و حداکثر زمان ظاهر شدن آن به ترتیب بین ۳۷ هفته جنینی و ۱۶ هفته پس از تولد می‌باشد(۹).

۳- استخوان پاشنه: حدوداً هفته ۲۴ جنینی ظاهر می‌شود (حداقل زمان ظاهر شدن ۲۲ هفته و حداکثر ۲۵ هفته)(۹).

۴- استخوان تالوس: حدوداً هفته ۲۸ جنینی ظاهر می‌شود (حداقل زمان ۲۵ هفته و حداکثر ۳۱ هفته)(۹).

۵- استخوان کوبوئید: زمان ظاهر شدن تقریباً مانند اپی‌فیز سر استخوان بازو می‌باشد.

۶- آهکی شدن (mineralization) دندانها طبق بررسی Kuhns و همکاران، کمتر از سایر مراکز استخوانی تحت تأثیر بیماریهای داخل رحمی می‌باشد. بنابراین با سن جنین بیشتر مطابقت دارد(۱۰).

معمولاً مولار اول (Deciduous) در هفته ۳۶ الی ۳۷ هفته جنینی مشاهده می‌شود.

کاربرد تعیین سن استخوانی در نوزادان

چنانچه بررسی مراکز استخوانی صرفاً به منظور تعیین سن جنینی نوزاد و یا "Maturity" باشد، کار چندان مناسبی نخواهد

دست و یا میج استفاده نمی‌شود. از معایب این روش مقدار دوز اشعه نسبتاً زیاد است(۷).

* روش گراهام (Sampling Method): گراهام عقیده دارد وابستگی تنها به استفاده از اطلس دست ممکن است در بعضی موارد بسیار گمراه‌کننده باشد. به همین منظور روش "Sampling" از اعضاء مختلف را پیشنهاد نموده است و طبق اظهاراتش نتایج بسیار خوبی گرفته است(۷).

در این روش بسته به سن و جنس کودک پرتونگاریهایی از یک الی شش ناحیه از قسمت‌های مختلف اندامهای فوقانی و تحتانی تهیه و آنها را مورد مطالعه قرار می‌دهیم.

* روش اطلس: رادیوگرافی‌هایی در مراحل مختلف سنی از دست(۸) و زانو(۱۵) و کف پا تهیه می‌شود. مشهورترین آنها اطلس دست "Greulich and Pyle" می‌باشد که عملاً به طور گسترده‌ای بین پزشکان به خاطر مزایای زیر پذیرفته شده است: ۱- ساده و سهل‌العمل می‌باشد.

۲- تعداد زیادی از مراکز استخوانی را در یک فیلم نشان می‌دهد. ۳- میزان کمتری اشعه به بیمار وارد می‌شود.

اما در کنار این مزایا باید به محدودیتهای استفاده از اطلس نیز توجه داشت که بسیار مهم بوده و به شرح زیر می‌باشند:

الف) در یک فود طبیعی سرعت رشد مراکز مختلف استخوانی بدن در طول زمان به طور یکسان و یکنواخت صورت نمی‌گیرد. بنابراین پرتونگاری محدود به دست ممکن است نماینده رشد استخوان در سایر قسمتها نباشد(۷،۶).

ب) هنگام تفسیر اطلس باید به تفاوتها و تغییرات طبیعی (Normal Variation) مراکز استخوان دست در اشخاص مختلف توجه شود (۷،۶) (جدول ۱).

استخوانهای گرد دست بیشتر از استخوانهای tubular (بندها و متاکارپ‌ها) در معرض تغییرات طبیعی قرار می‌گیرند(۷،۱). متأسفانه در کشور ما اغلب درخواستهای پرتونگاری محدود به میج دست بوده که باعث حذف قسمت‌های مهمتر یعنی بندها و متاکارپ‌ها شده و دقت نتیجه را بطور قابل توجهی کاهش می‌دهد. در بعضی موارد نیز بدون استفاده از اطلس، فقط شمارش استخوانهای گرد میج انجام می‌شود که به هیچ وجه ارزش تشخیصی ندارد.

ج) استفاده از اطلس احتیاج به آشنایی با تغییرات جزئی یکایک استخوانها در مراحل مختلف سنی دارد، به طوری که ممکن است نتیجه‌گیری از شخصی به شخص دیگر تفاوت داشته باشد. در

نوزاد می‌باشد (۱۱،۱۰).

البته باید توجه داشت عدم مشاهده اپی‌فیزهای سر استخوان بازو دلیل بر نارس بودن (prematurity) نیست. طبق عقیده Kuhns و همکاران، در نوزادان دیسترس تنفسی در صورت مشاهده اپی‌فیز سر استخوان بازو، احتمال اینکه نوزاد مبتلا به hyaline membrane باشد پائین‌تر از ۱٪ می‌باشد. طبق آمار ایشان حدود نصف این تعداد نوزادان مبتلا به اسپیراسیون مکنونیوم (meconium aspiration) بوده‌اند (۱۱،۱۰).

نتیجه‌گیری

در اینجا به چند نکته عملی اشاره می‌شود:

- ۱- یک عضو استخوانی به طور کامل نمی‌تواند بیانگر چگونگی رشد در سایر استخوانها به طور اعم باشد (۷،۶).
- ۲- جهت استفاده از اطلس دست بهتر است درخواست به این نحو باشد: «رادیوگرافی روبرو از مچ و کف دست چپ جهت تعیین سن استخوانی»
- ۳- طبق توصیه گراهام بسته به سن و جنس کودک بهتر است علاوه بر دست، از رادیوگرافی اعضاء دیگر نیز کمک گرفت (۷).
- ۴- با توجه به تفاوت‌های طبیعی (Variation)، اکثر پرتونگاری‌های درخواستی در حد طبیعی قرار می‌گیرند (۷،۶).
- ۵- در بین استخوانهای مچ و کف دست، اپی‌فیزهای بند انگشتان بیشتر از سایر نقاط با سن تقویمی مطابقت می‌کند. خصوصاً در نوجوانان توجه به بندهای میانی اهمیت دارد (۷).
- ۶- وجود تسریع سن استخوانی در پسران و تأخیر سن استخوانی در دختران از نظر کلینیکی ارزش بیشتری دارد تا عکس آن (۷).
- ۷- جهت بررسی سن استخوانی در نوزادان فول‌ترم (fulterm) از پرتونگاری زانوها، در نوزادان نارس از ناحیه کف پا و بالاخره در postmaturity علاوه بر زانوها از مچ و کف دست استفاده می‌شود (۹).
- ۸- در نوزادان، بررسی سن استخوانی موقعی ارزش بیشتری دارد که آنرا نسبت به سن بدست آمده بوسیله معاینات کلینیکی سنجیده و مورد مقایسه قرار دهیم (۹).
- ۹- در نوزادان مبتلا به دیسترس تنفسی توجه به اپی‌فیزهای سر بازو و در صورت امکان به mineralization دندانها در رادیوگرافی قفسه صدری می‌تواند در تشخیص علت بیماری کمک کننده باشد (۱۱،۱۰).

بود، زیرا عوامل مختلفی چه مرضی و یا غیرمرضی می‌توانند در چگونگی رشد استخوانها در دوران جنینی تأثیر نمایند (۴). طبق عقیده Kuhns و همکاران، بررسی سن استخوانی نوزادان موقعی ارزش بیشتری پیدا می‌کند که ابتدا سن جنینی نوزاد را به وسیله روشهای بالینی و معیارهای نورولوژیک به دست می‌آوریم، سپس سن استخوانی (و یا در واقع چگونگی رشد استخوانها) را نسبت به سن بدست آمده به وسیله امتحانات کلینیکی بسنجیم (۹). به طور خلاصه کاربرد سن استخوانی نوزادان را می‌توان به سه دسته تقسیم نمود.

۱- بیماریهای دوران نوزادی که باعث تأخیر و یا تسریع

سن استخوانی می‌شوند:

از مهمترین بیماریهای این دسته هیپوتیروئیدی و هیپرتیروئیدی است که به ترتیب موجب تأخیر و تسریع سن استخوانی می‌شوند. رادیوگرافی‌های انتخابی باید متناسب با Maturity و نوع بیماری مورد نظر باشد، برای بررسی هیپوتیروئیدی از پرتونگاری زانو استفاده می‌شود. دیده نشدن اپی‌فیز تحتانی استخوان فمور در یک نوزاد fulterm دلیل بر تأخیر سن استخوانی است (۱۸). در بررسی هیپرتیروئیدی، با توجه به تسریع سن استخوانی، ممکن است لازم باشد علاوه بر زانو از پرتونگاری مچ و کف دست نیز کمک گرفت (۲). در نوزادان premature طبعاً بخاطر نارس بودن رشد استخوانها، بهتر است از رادیوگرافی کف پا جهت بررسی تالوس و پاشنه استفاده نمود (۹). برعکس در نوزادان postmature علاوه بر زانوها ممکن است رادیوگرافی دست نیز مورد احتیاج باشد (۹).

۲- نوزادان کم‌وزن

در نوزادان کم‌وزن آگاهی از اینکه نوزادان مبتلا به SGA (Small for gestational age) و یا prematurity می‌باشد، از اهمیت زیادی برخوردار است. نوزادان مبتلا به SGA در معرض بیماریهایی نظیر آنومالی‌های مادرزادی، روبلا و اسفیکسی می‌باشند. در صورتی که نوزادان نارس در معرض بیماریهایی نظیر هیالین مامبران، خونریزیهای تنفسی، آپنه و هیپریلی‌روبینمی هستند. بنابراین آگاهی از سن واقعی جنینی نوزاد اهمیت ویژه‌ای دارد (۱۰،۵).

۳- نوزادان مبتلا به دیسترس تنفسی

در نوزادان مبتلا به دیسترس تنفسی مهم است که در رادیوگرافی قفسه صدری، به سر استخوان بازو و در صورت امکان به mineralization دندانها توجه کنیم. مشاهده شدن اپی‌فیز سر استخوان بازو و یا mineralization دندانها، نشانه fulterm بودن

جدول ۲ (ادامه) - خلاصه مطالب تهیه شده از منابع مختلف جهت تعیین سن استخوانی (شرح کامل در متن)

سن	شکل شماتیک	سن		شکل شماتیک	مراکز مهم استخوان که نمایان شدن و یا تغییرات آنها در تعیین سن استخوان ارزش دارد.
		دختر	پسر		
۸ سال و ۷ ماه		۱۰ سال	۱۳ سال		مراکز مهم استخوان که نمایان شدن و یا تغییرات آنها در تعیین سن استخوان ارزش دارد.
۹ سال و ۶ ماه		۱۱ سال	۱۴ سال		مراکز مهم استخوان که نمایان شدن و یا تغییرات آنها در تعیین سن استخوان ارزش دارد.
۱۰ سال و ۳ ماه		۱۲ سال	۱۵ سال		مراکز مهم استخوان که نمایان شدن و یا تغییرات آنها در تعیین سن استخوان ارزش دارد.
۱۱ سال		۱۳ سال	۱۶ سال		مراکز مهم استخوان که نمایان شدن و یا تغییرات آنها در تعیین سن استخوان ارزش دارد.
۱۲ سال		۱۴ سال	۱۷ سال		مراکز مهم استخوان که نمایان شدن و یا تغییرات آنها در تعیین سن استخوان ارزش دارد.
۱۳ سال		۱۵ سال	۱۸ سال		مراکز مهم استخوان که نمایان شدن و یا تغییرات آنها در تعیین سن استخوان ارزش دارد.

شرح استفاده از جدول

در سه ستون اول سمت راست، تفاوت‌های سنی دختران و پسران، که با شکل شماتیک مقابلشان مطابقت دارد نشان داده شده است.

در ستون بعدی توضیحات مربوط به شکل شماتیک ذکر شده است. بعلاوه سایر مرکز مهم استخوانی، که عضو مربوطه در پرا مشخص شده است، نشان می‌دهد در کدام مرحله سنی به پرتونگاری و یا پرتونگاری‌های دیگری جهت بررسی بیشتر احتیاج می‌باشد. بالاخره در ستون آخر، تفاوت‌های طبیعی (normal variation) رشد استخوانی در سنین مربوطه ذکر شده است.

منابع

- 1- Caffey, J. Pediatric X-Ray diagnosis, 1479-1482. 9th edition, Vol. 2, Mosby, 1993.
- 2- Bonakdarpour, A., Kirpatrick, JA, Renzi, A. Kendall, N: Skeletal changes in neonatal thyrotoxicosis, Radiology, 102: 149, 1972.
- 3- Edeiken, J. Dalinka, M. Karasick, D. Edeiken's Roentgen Diagnosis of Diseases of Bone, 1431, second edition, Baltimore, William and Wilkins, 1990: 1413.
- 4- Elgenmark, O.: The normal development of the ossification centres during infancy and childhood. clinical roentgenologic and statistical study. Acta paediat. 33:1, 1946.
- 5- Finnstrom, O. studies on Maturity infants. Acta paed. Scand. 61: 33, 1972.
- 6- Garn, S.M. Rohman, C.G, and Silverman. F.N: Radiographic Standards for postnatal ossification and tooth calcification. Med. Radiogr. photogr., 43: 45, 1967.
- 7- Graham C.B. Assessment of bone Maturation - Methods and pitfalls. Rad. cl. of North America., Vol. x, No. 2: 185, 1972.
- 8- Greulich, WW, and pyle, S.L: Radiographic atlas of skeletal Development of the Hand and Wrist. palo Alto California, Stanford University pre. 1959.
- 9- Kuhns, LR, and Finnstrom, O. New standards of ossification of Newborn. Radiology, 119: 655, 1967.
- 10- Kuhns, L.R., Sherman, MP, poznanski, A.K., Determination of

جدول خلاصه شده از منابع مختلف، جهت تعیین سن استخوانی (جدول ۲).

از آنجا که اکثر پزشکان زمان محدودی جهت دسترسی به منابع مختلف سن استخوانی دارند، برای این منظور جدول خلاصه شده‌ای در دو صفحه تهیه و طراحی شده که علاوه بر دسترسی سریع و آسان به اشکال و نکات اساسی اطلس "Greulich and Pyle"، به سایر مراکز مهم استخوانی، تقریباً مشابه آنچه که گراهام در روش Sampling توصیه کرده اشاره شده است.

- Neonatal Maturation on the chest Radiograph. Radiology 102: 597, 1972.
- 11- Kuhns, LR., Sherman, M.D., Poznanski, A.K., and Holt J.F., Humeral head and coracoid ossification in the Newborn. Radiology 107: 145, 1973.
- 12- Lemperg, R., Liliequist, B.: Appearance of the ossification centre in the proximal humeral epiphysis of newborn children, Acta Radiol. 12: 76, 1972.
- 13- Liliequist, B, and Luondberg, M.: Skeletal and tooth development, A methodologic investigation, Acta Radiol. (Diagn), 11: 97, 1971.
- 14- Meschan, I, Anatomy Basic to Radiology, 43-60, Philadelphia, W.B. Saunders Company, 1975.
- 15- Pyle, S.I., and Hoerr, N.L.: Radiographic atlas of Reference for the Growing Knee springfield, Illinois, Charles C Thomas 1969.
- 16- Roche, A.F, Davila, G.H, Pasternack, B.A. and Walton, M.J. SOme Factors influencing the Replicability of assessments of Skeletal Maturity (Greulich - pyle). Amer. J. Roentgen., 109: 299, 1970.
- 17- Roche, A.F, Eyman, S.L., and Davila, G.H. skeletal age prediction. J. pediat. 78: 997, 1971.
- 18- Swischuk, L.E., Imaging of the Newborn, Infant, and young child, 706, third edition, Baltimore, Williams & Wilkins, 1989.