توموگرافی کامپیوتری مغز

Computed Tomography of the Brain

مجله نظام پزشکی
سال ششم ، شماره ۱ ، صفحه ۱۲ ، ۲۵۳۶

دکتر منصور تفضلی ـ دکتر کاظم عباسیون*

مقدمه :

روشهای متداول رادیوگرافی ، قادر به‌تمایز بافتهای مختلف با تراکم «دانسیته» نزدیك‌بهم نیستند. فقط با بکاربردن موادحاجب وگرفتن رادیوگرافیهای متعددکه مستلزم تشعشع زیاد به بیمار میباشد ، این امر تا حدی امکان پذیر است .

در سال ۱۹۷۳ G.N. Hounsfield در آزمایشگاه مرکزی شرکت E.M.I. انگلیسی باارائه روشی انقلابی تحول عظیمی‌در تشخیص رادیولوژیائی بافت‌ها با تراکم نزدیك بهم بوجود آورد (۸).

این روش را :

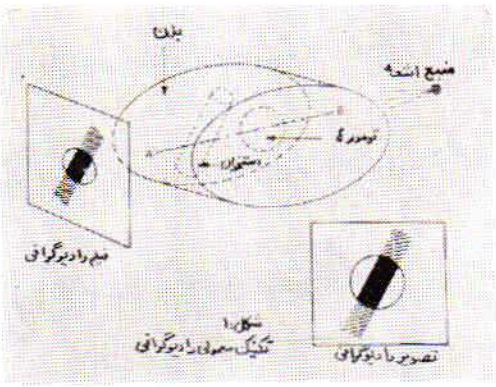
Computer Assisted Transverse Axial Tomography یا Computed Tomography Scan (C.T. Scan) مینامند .

درابتدا این روش در تشخیص ضایعات مغز وکاسه چشم (Orbit) بکار برده میشد (۱). لیکن امروزه باتکمیل دستگاه بصورت Whole Body Scanner درتشخیص ضایعات سایر نقاط بدن‌نیز بکار میرود (۱۴-۱۳-۹).

گزارشهای‌مختلف ازکشورهای اروپا وآمریکا (۱و۳و۱۰و۱۲و۱۵) وهمچنین تجارب ما در دانشکده پزشکی داریوش‌کبیر ، این نکته را کاملا به اثبات رسانیده که این روش در تشخیص بیماریهای دستگاه‌های مختلف بدن بخصوص دستگاه اعصاب مرکزی دارای اهمیت فوق العاده‌ای است .

اصول‌کار وشرح دستگاه :

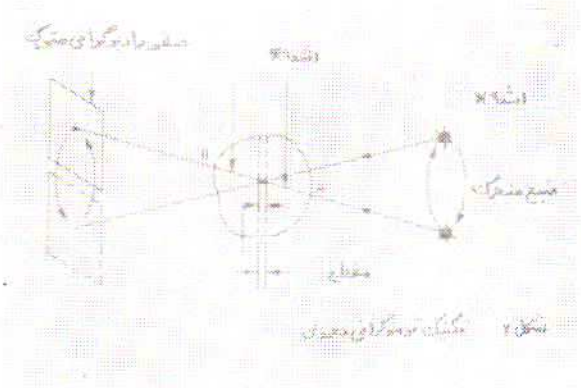
در تکنیك رادیوگرافی معمولی سه عامل یعنی منبع اشعه‌ایکس ، بدن وفیلم دخالت دارند . اشکال این روش اینستکه از یك شیئی سه‌بعدی تصویری دوبعدی روی فیلم ظاهر میگردد ودرنتیجه‌تمام جزئیات ساختمان بدن در سطوح مختلف ، روی هم ثبت می‌شود شکل (۱).



شکل ۱ ــ روش رادیوگرافی معمولی.

این اشکال تاحدی بااستفاده از توموگرافی معمولی رفع میشود در این روش منبع اشعه وفیلم رادیوگرافی هردو متحرکند بطوریکه فیلم رادیوگرافی فقط تصویری از یك‌لایه بدن‌رانشان میدهد . این روش نیز بنوبه خود خالی از اشکال نیست چون اطلاعاتی‌که بابکاربردن مقدار معینی از اشعه بدست میآیدناکافی است وبعلت اینکه اشعه از نواحی اطراف هرلایه نیز عبورمیکند تصاویری از اطراف لایه روی فیلم دیده خواهد شدکه از نظر تشخیص مورد لزوم نیست وضمناً قسمت زیادی از بدن نیز تحت تشعشع قرار میگیرد(شکل۲). نظر باینکه مغز بطورکامل بوسیله استخوان جمجمه‌که دارای تراکم خیلی بالا است احاطه شده ، بررسی رادیوگرافیائی آن مشکل میباشد . روشهای مختلف

* دانشکده پزشکی داریوش کبیر ــ دانشگاه تهران .

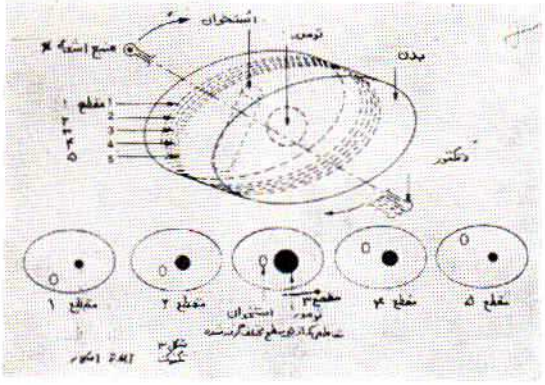


شکل ۲ــ روش توموگرافی معمولی.

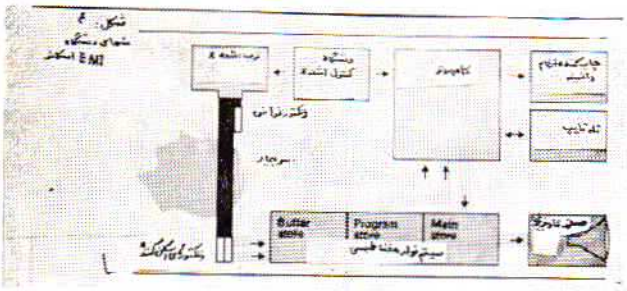
رادیولوژیائی در نشان دادن ضایعات مغز که تاکنون از آن استفاده شده است از قبیل آرتریوگرافی سرخرگ کاروتید ، پنوموآنسفالوگرافی وسنتیگرافی مغز دارای مخاطراتی میباشد وضمناً احتیاج به بستری شدن بیمار در بیمارستان دارد و همچنین از وجود گروه مجهز باید استفاده کرد . چنین اشکالاتی در روش توموگرافی کامپیوتری وجود ندارد .

در توموگرافی کامپیوتری تصاویری از لایه‌های مجاور یك عضو بترتیبی که درشکل شماره ۳ نشان داده شده است، بدست می‌آید. اشعه ایکس که بوسیله کولیماتور خیلی دقیق محدود شده است مقاطع عرضی مغز را بررسی وضبط میکند . مقداری از فوتون‌های اشعه ایکس بوسیله بافت‌های مختلف و بقیه فوتونها پس ازعبور از مغز بوسیله بلورهای یدورسدیم (Sodium Iodide) و یا جدیداً بلورهای زنون (Xenon Gas) جذب و پس از تقویت بوسیله دستگاه‌های تقویت کننده اندازه گیری میشود (۷و۸).

بلورهای یدورسدیم در اثر برخورد فوتونها بارتعاش درمیآید (Scintillation) وانرژی نورانی ایجاد شده بوسیله فوتومولتی

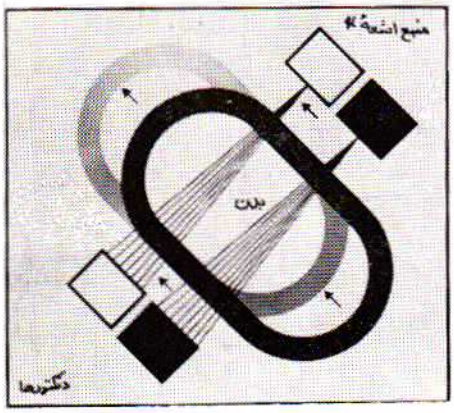


شکل ۳ــ روش توموگرافی کامپیوتری
(Computed tomography Scan)

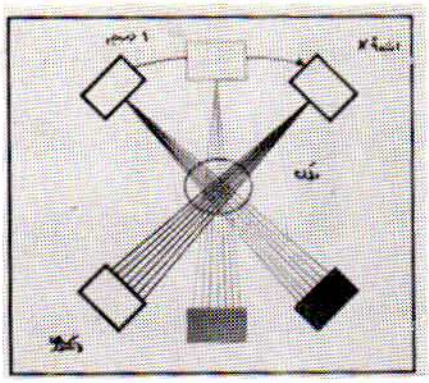


شکل ۴ــ شمای دستگاه EMI.

پلایر (Photomultyplier Tube) تبدیل به نشانه‌های الکتریکی وتقویت میگردد (شکل ۴). اشعه ایکس از یك لوله کولیماتور کوچك بصورت یك پرتو خیلی باریك به سر بیمار میتابد واز آن عبور میکند . قطر لایه‌ای از سر بیمار که در مسیر اشعه قرار میگیرد معمولا ۱۳ میلیمتر میباشد . منبع اشعه ایکس دریك طرف ودتکتورها در طرف مقابل آن در روی یك دستگاه ودر اطراف سر بیمار قرارمیگیرد بطوریکه بعدازاینکه اشعه ایکس ازسر بیمار عبور کرد بوسیله دتکتورها دریافت میشود . دتکتورها دو ردیف میباشند که رویهم قرار گرفته‌اند بطوریکه در یك زمان دو قطع عرضی مجاورهم هر کدام به ضخامت ۱۳ میلیمتر مورد بررسی وضبط قرار میگیرد (شکل ۹) . یك دتکتورسوم نیز وجود دارد که شدت اشعه اولیه را بی‌آنکه از مغز عبور کند اندازه میگیرد (Reference Detector). لوله اشعه ایکس ودتکتورها در مقابل هم در دو طرف سر بیمار قرار دارند واز یك طرف بطرف دیگر در اطراف سر بیمار حرکت میکنند (شکل ۵). هردتکتور ۱۶۰ دفعه شدت اشعه ایکس را در بافت مغز میخواند. سپس دستگاه (Gantry) یك درجه میگردد ودوباره این حرکات تکرارمیشود. (شکل ۶).

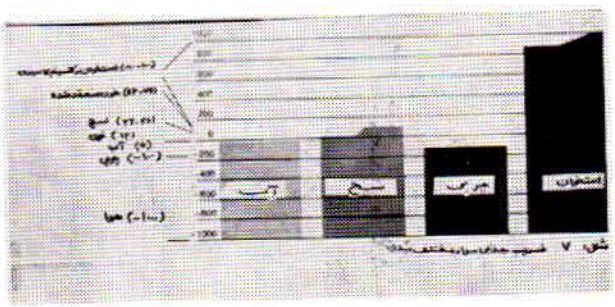


شکل ۵ــ طرز حرکت لوله اشعه X ودتکتورها
در اطراف سر بیمار.

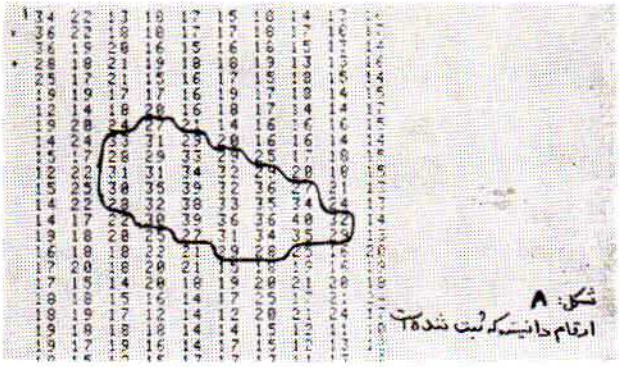


شکل ۶ــ درجات چرخش دراطراف سر بیمار یا بدن .

این حرکات عرضی در اطراف سر بیمار بزوایای یك درجه تا ۱۸۰ درجه ادامه پیدا میکند ودرحدود ۴/۵ دقیقه طول میکشد (درنمونه‌های جدید این مدت را به۵ ثانیه نیز رسانده‌اند).
درطی این حرکات هردتکتور ۲۸۸۰۰ = (۱۶۰ × ۱۸۰)دفعه شدت اشعه را در بافتها می‌خواند و ضبط می کند و همانطوریکه گفته شد دولایه مجاور باین‌ترتیب مورد آزمایش قرارمیگیرند. اطلاعاتی راکه دتکتوربه هنگام اسکن‌بدست میآورد بطورمداوم بیك کامپیوتر کوچك میدهد . این کامپیوتر فوراً اطلاعات کسب شده‌را محاسبه می کند باین‌معنی که ۲۵۶۰۰ = (۱۶۰ × ۱۶۰) ارزش جذبی بافت (Absorption Coefficient) که در هرلایه قرار دارد، اندازه گیری میشود. سپس این‌اطلاعات دریك دیسك ذخیره میگردد . این ارزشهای جذبی سپس برروبهم تصویر انتهائی را از یك لایه مورد نظر بما میدهند که بصورت ۲۵۶۰۰ = (۱۶۰ × ۱۶۰) نقطه عکسبرداری شده، میباشد . هرنقطه عکسبرداری معرف ارزش جذبی حجمی از بافت معادل ۱/۵ میلیمتر در ۱/۵ میلیمتر ضرب در ضخامت لایه میباشد .
بنابراین پس از اتمام اسکن کامل جمجمه که اغلب ۳ مقطع یك جفتی وبعضی موارد ۵ مقطع میباشد ، متجاوز از یکربع میلیون از مغز عکسبرداری میشود .



شکل ۷ــ جدول ضریب جذبی (Absorption Values) مواد مختلف بدن.

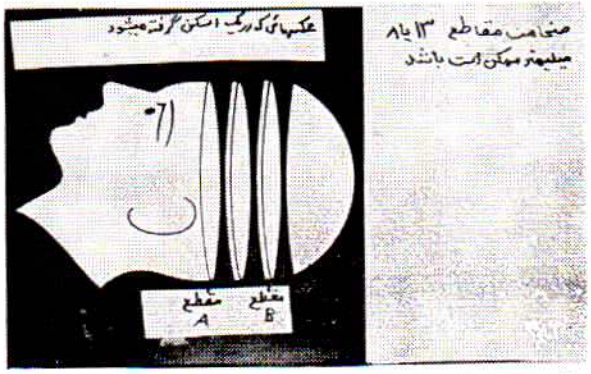


شکل ۸ــ ارقام تراکم‌که ثبت شده‌است (Linc Printer). دراینجا ارقام وسط ناحیه‌ای‌که مشخص شده ، مربوط به‌تومور میباشدکه بالاتر از بافت مغز طبیعی اطراف آن است.

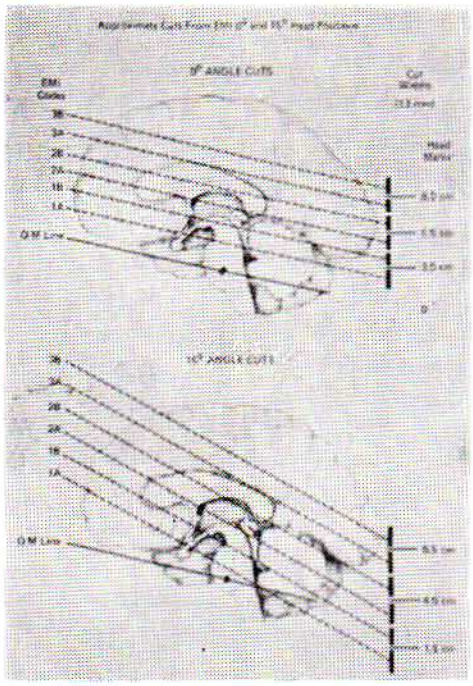
این اطلاعات که بصورت (Cell Matrix)مجموعه سلولی میباشد در روی یك صفحه تلویزیون (Cathod Ray Tube) نمایش داده میشود .
البته ممکن است این ارزشهای جذبی را بصورت اعداد روی‌یك صفحه‌کاغذ نیز ضبط نمود (Line Printer). (شکل ۸)
مقداری که‌دستگاه میتواند اندازه گیری کند بطورطرح(شماتیك) درشکل ۷ نشان داده شده است . این جدول دامنه ارزش جذبی بافتهای مختلف راکه معمولا در رادیوگرافی باآن روبروهستیم نشان میدهد . البته این ارزشها قراردادی میباشند ، بدین معنی که برای آب ارزش جذبی صفر وبرای استخوان ۱۰۰۰+ و برای هوا ۱۰۰۰- را انتخاب میکند .
بنابه مراتب فوق تصویر مغز بوسیله اندازه گیری مقدار اشعه‌ای که بوسیله هریك از سلولها (Cell Matrix) جذب میشود ، بدست میآید .

انواع مقاطع :

برای ساختمان‌های بالای چادر مخچه (Supra-Tentorial)یك سری اسکن سه‌تائی (۱و۲) گرفته میشودکه بترتیب ۳، ۵/۵ و ۸سانتیمتر بالای‌خط بازال یااوربیتوماتال‌قراردارنداین‌سه‌اسکن شامل ۶ مقطع هریك به ضخامت ۱۳ میلیمتر میباشد(۳ زوج).



شکل ۹ــ دریك اسکن دومقطع گرفته میشودکه شامل مقطع A ومقطع B میباشد . یك اسکن کامل مغز شامل ۳ یا ۴ اسکن است.



شکل ۱۰ــ طرح مقاطعی که ازسر بیمار درحلی اسکن مغز گرفته‌میشود.

برای ضایعات مخچه یاحفره خلفی مغز ازمقاطعی که ۳ یا۳/۵ سانتیمتر بالای خط بازال میباشند و یك زاویه ۱۵ یا ۲۰ درجه نسبت به‌خط مزبور دارند استفاده می‌گردد (سر بیمار به‌جلو خم میشود) (شکل ۱۰).

برای‌ضایعات چشم (Orbit) دواسکن بعرض ۸ میلیمتر ۱تا۱/۵ سانتیمتر بالای خط بازال گرفته میشود . در این مورد سر بیمار ۱۰ تا ۱۵ درجه بطرف عقب خم میشود (۳).

مقاطعی که بترتیب از قاعده به سقف جمجمه گرفته میشوند :

مقطع اول { 1A, 1B }　　مقطع دوم { 2A, 2B }

مقطع سوم { 3A, 3B }　　مقطع چهارم { 4A, 4B }

نامگزاری شده‌اند .

تشریح طبیعی مغز بوسیله توموگرافی کامپیوتری :

بعلت اینکه اندازه و شکل جمجمه در اشخاص مختلف متفاوت میباشد دراینجا بشرح روابط تشریحی‌وشکل‌ساختمان‌های‌مختلف مغز که دریك سری اسکن مناسب دیده میشود ، می‌پردازیم(۷).

مقطع اول ۱A و ۱B نامیده میشود : درمقطع ۱A بترتیب‌ازجلو لوب فرونتال مغز سیستم کیاسماتیك که زوائد صریری قدامی‌و خلفی وتوبرکولوم سلا اغلب درآن خود نمائی میکنند ، دیده میشود . درقسمت خلفی سیستم سربلوپونتین ، بطن چهارم و سیستم ماگنا را می‌بینیم (شکل ۱۱) ۱A . درمقطع ۱B لوب فرونتال وقسمتی از سیستم اینسولا (Insular Cistern) در دو طرف سیستم سوپراسلار ــ تنه مغز وقسمتی از بطن چهارم و ورمیس مخچه دیده میشود . لوب گیجگاهی «تامپورال» در دو طرف نیز دیده میشود . (شکل ۱۱ ۱B).

درمقطع ۲A: شاخ فرونتال بطن‌های جانبی سیستم اینسولای‌دو طرف‌وبطن سوم درخط وسط بصورت یك‌شیاربارپك دیده‌میشود. سیستم کوادری ژمینال وسیستم آمبینس در طرفین آن و در قسمت خلفی بخشی از لوب پشت‌سری نیمکره‌های مغز نمایان میگردد(شکل۱۱ ۲A). البته محل تشریحی بسیاری ازقسمتهای دیگر مغز را نیز دراین مقطع میتوان دید .

درمقطع ۲B شاخ پیشانی وکمی از شاخ جانبی بطن‌های طرفی وسپتوم پلوسیدم در وسط و تالاموس و بطن سوم وغده پینئال که همیشه بصورت یك نقطه سفید (بعلت کلسیفیکاسیون) در خط وسط دیده میشود وتریگون بطن‌ها ولوب پشت سری درعقب‌ولوب‌های پاریتال در دوطرف دیده میشوند . (شکل ۱۱ ۲B).

در مقطع ۳A کمی از سیسور بین نیمکره‌ای در قسمت قدامی وبطن‌های طرفی وشاخ پشت سری آنها دیده میشوند . (شکل۱۱ ۳A).

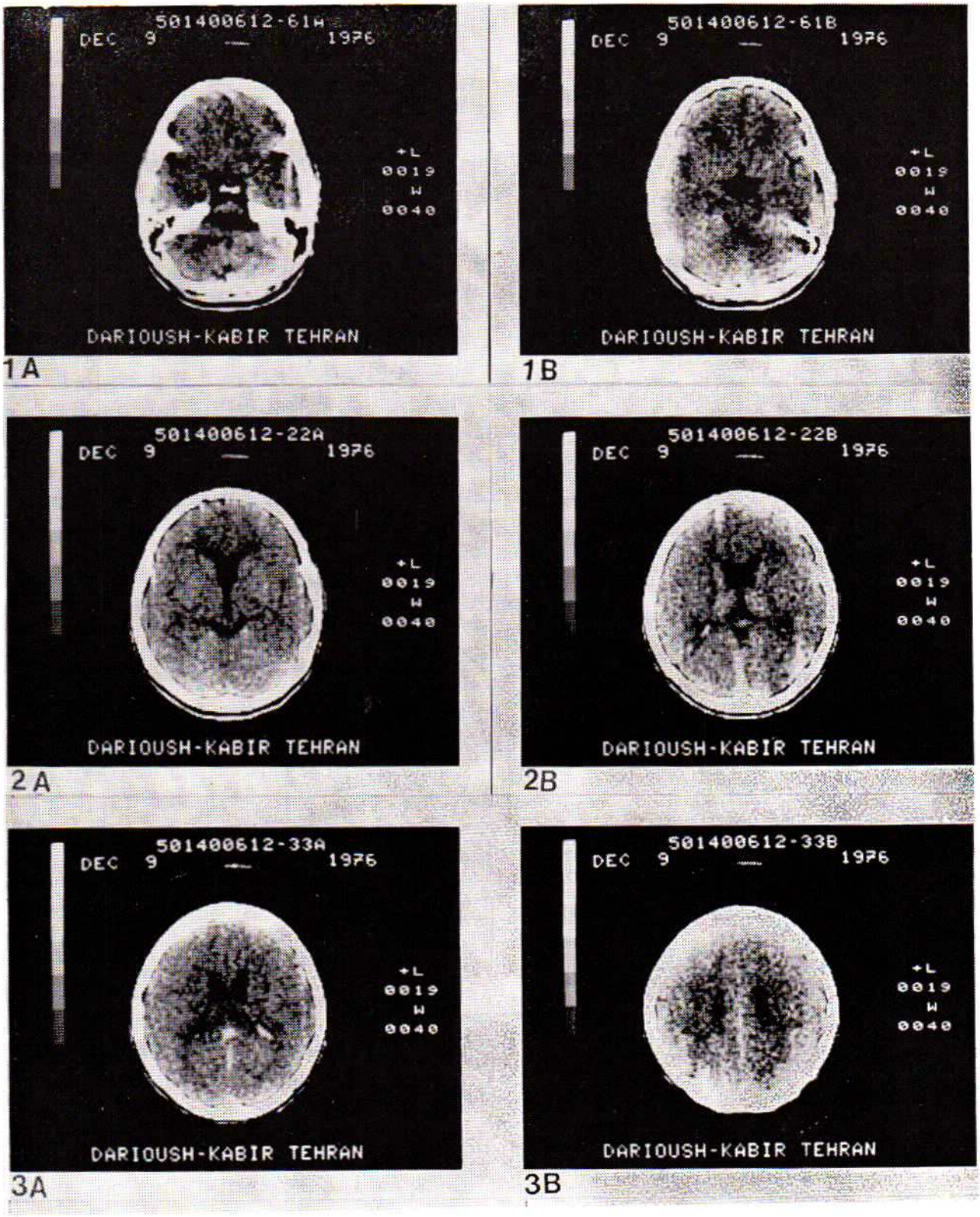
درمقطع 3B تمام سیسور بین نیمکره‌ای پیشانی بافت خاکستری مغز وشیارهای‌کورتکس مغزی وداس مغز در وسط دیده‌میشود . (شکل ۱۱ ۳B).

دربعضی موارد لازم است یك‌مقطع دیگری (4B و 4A) ازقسمت کاملافوقانی جمجمه گرفته شود تاضایعات سقف جمجمه(Vertex) کاملا نمایان گردد .

موارد استعمال بالینی

در نورولوژی ضایعات شایعی که احتیاج به‌بررسی دارند دریکی ازگروه‌های نئوپلازی‌ها ، هماتومها ، انفارکتوسها و عوارض عفونی قرار میگیرند . البته خیز مغز که اکثراً با این ضایعات همراه است و باعث تغییر وضع بالینی بیمار میگردد نیز باید بررسی شود .

در تفسیر عکسهای تهیه شده بطریق توموگرافی‌کامپیوتری باید ساختمان اصلی ناحیه مورد نظر را شناخت . شکل ، اندازه و محل‌آنرا مشخص‌کرد وبعد تغییراتی را که در تراکم (دانسیته) ممکن است بوجود آمده باشد بررسی نمود . معمولا یك ضایعه فضاگیر تغییر محل یا تغییر شکل درسیستم بطنهای مغز میدهد که درتشخیص نوع ضایعه مورد استفاده قرار میگیرد.



شکل ۱۱ــ مقاطع اسکن در یك سری اسکن طبیعی.

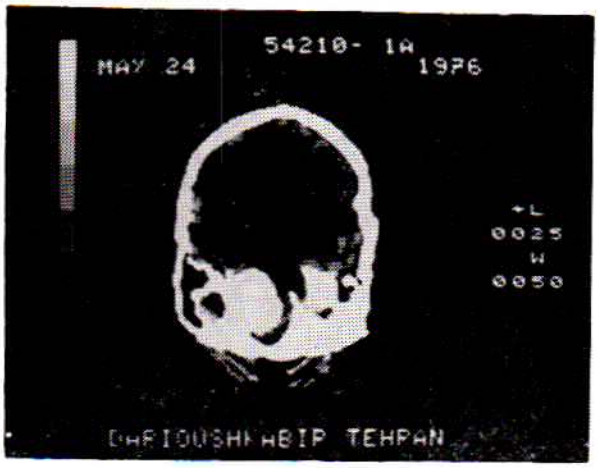
تغییرات غیر طبیعی بافت مغز را برحسب اختلاف تراکم ضایعه نسبت به‌مغز سالم ، بسه گروه میتوان تقسیم کرد (۲).

۱ــ ضایعاتی‌که تراکم نسبی‌آنها ازبافت طبیعی مغز بالاتراست.

۲ــ ضایعاتی‌که تراکم نسبی آنها از بافت طبیعی مغز کمتراست.

۳ــ ضایعاتی‌که تراکم نسبی برابر بابافت طبیعی مغز دارند .

درگروه اول وجود بلورهای کلسیم در ایجاد تراکم بالاتر از



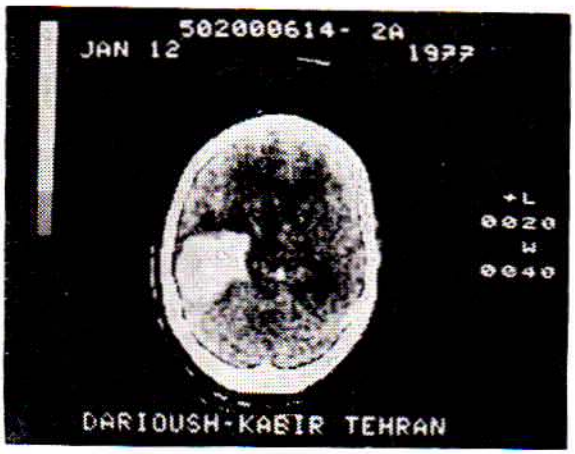
شکل۱۲ــ تصویر یك مننژیوم درطرف چپ حفره خلفی مغز در ناحیه مخچه‌دیده میشود. تراکم آن شدیداً بالاتراز مغز است‌که بعلت کلسیفیکاسیون میباشد.

طبیعی مؤثرمیباشد . مننژیوم، استروسیتوم‌های با درجه بدخیمی کم ، الیگودندروگلیوم و اپاندیموم ضایعات نئوپلازیك هستند که ممکن است در این نوع اسکن بصورت نواحی سفید نشان داده شوند . درآنژیوم ، انوریسمهای بزرگ، کرانیوفارنژیوم وضایعات‌عفونی کلسیفیکاسیون‌ممکن‌است باندازه‌ای باشدکه‌تراکم این نوع ضایعات را بیشتر از تراکم مغز طبیعی‌کند ودر نتیجه این ضایعات در اسکن کاملا مشخص‌گردند (شکل ۱۲).

خونریزی‌های‌حاد درون‌جمجمه(انتراسربرال، انتراونتریکولر سودورال واکسترادورال) بعلت انعقـاد خون و جذب سرم بـا تراکم بیشتر از مغز مشخص میگردند . هموگلوبین و یونهـای کلسیم نقش‌مهمی را در این ازدیاد تراکم ایفاء مینمایند.(۳و۴) (شکل ۱۳).

ازنمونه ضایعات‌گروه دوم: انفارکتوس‌های مغز(۴) نکروزهای شدید در تومورهای بدخیم‌که منجر به‌تشکیل‌کیست‌های بزرگ وکوچك میشوند ، ضایعات استحاله‌ای «دژنراتیو» وتجمع مایع و خیـز میباشند که در اسکن بصورت نواحی تیره‌تر نمایـان میگردند (شکل ۱۴). علاوه برتغییر تراکم در این گروه محل ضایعـه ، تغییر محل غده پی‌نئال و تغییراتی‌که درجدار بطنهـا پیدا میشود ، کمك به‌تعیین نوع ضایعه مینماید.

البته تشخیص بعضی از تومورها بعلت محل نسبتاً ثابت(کرانیو-فارنژیوم کیستیك) ویا ویژگیهای ساختمانی مثلا وجود چربی‌در تومورکه تراکم آن خیلی‌کمتر از تراکم مغز وحتی‌مایع‌نخاع است ، (اپی‌درموئید وکلستئـاتوم) بـاسهولت بیشتری انجام میگیرد (۱۱) .

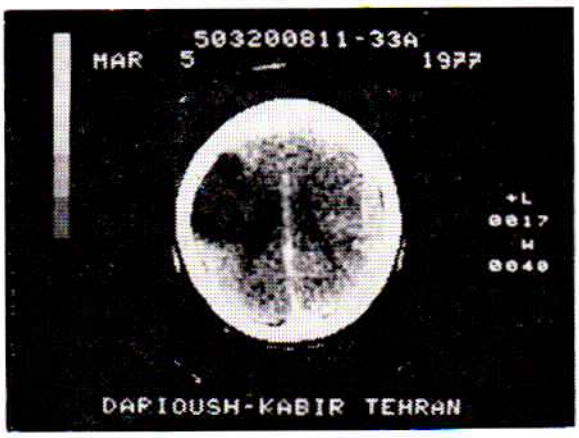


شکل ۱۳- خونریزی تازه داخل بافت مغز درنیمکره چپ.

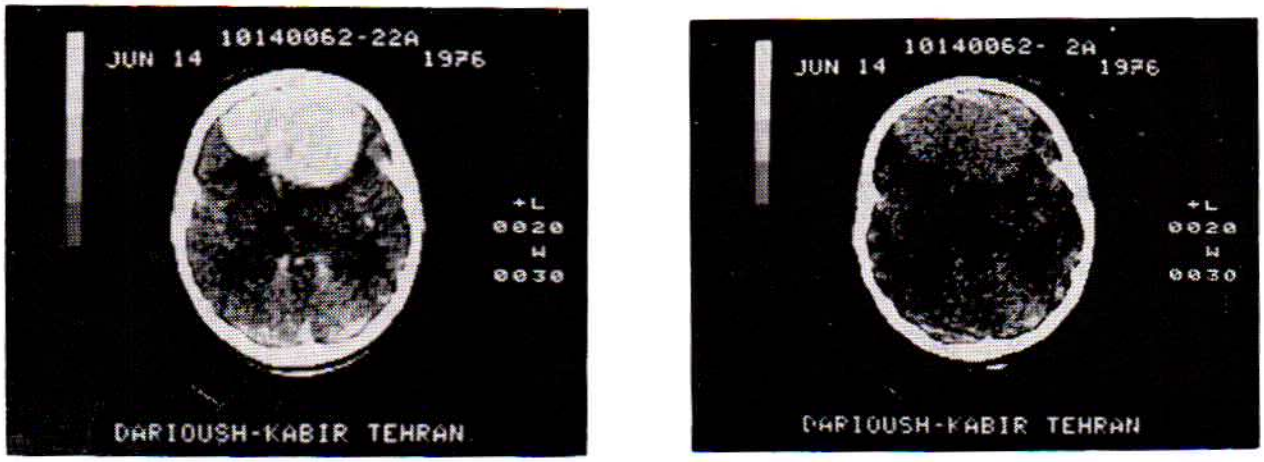
هماتومهای درون جمجمه‌ای مزمن بعلت‌آبکی بودن وتراکم‌کم مشخص میگردد . مثلا هماتوم سودورال مزمن بصورت یك‌ناحیه هلالی شکل تیره روی بافت خاکستری قشرمغز و زیـر جمجمه مشخص میشود (۱۰) .

گروه سوم : دراین‌گروه ضایعاتی قرارگرفته‌اندکه تراکم‌نسبی آنها برابربافت طبیعی مغز می‌باشد ونتیجتاً تشخیص‌آنها مشکل می‌شود . اگر این ضایعات فضاگیر و بزرگ باشند بعلت تغییر محل بطنها بوجودآنها میتوان پی‌برد ، ولی شکل واندازه‌ومحل دقیق آنرا در اسکن معمولی نمیتوان مشخص نمود . در مورد ضایعات کوچك‌ترکه درمحیط مغز قرارگرفته باشند، ممکن‌است تغییری دربطن‌ها بوجود نیاورند ودر نتیجه شناخته نشوند .

این‌گونه ضایعـات را بعلت اینکه سبب بهم خـوردن Blood Brain Barrier (B.B.B.) میگردند باتزریق ماده حاجب‌داخل ورید(Contrast Enhancement) میتوان مشخص کرد(۱۲و۷).



شکل ۱۴ــ آنفارکتوس قدیمی (حدود ۲ ماه) بافت مغز درنیمکره چپ.



شکل ۱۵ــ الف: آستروسیتوم ناحیه فرونتال دراسکن کامپیوتری بدون ماده حاجب. ب : بعداز تزریق ماده حاجب داخل ورید ، تومور بعلت فراوانی رگ‌ها شدیداً ماده حاجب را درخود نگهمیدارد (Contrast enhancement).

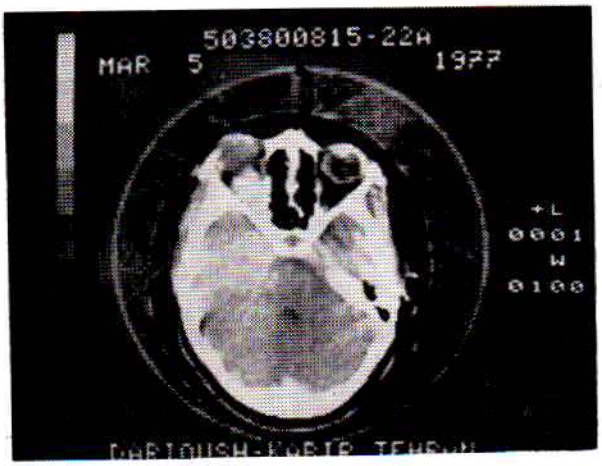
وجود (B.B.B.) سالم مانع دخول مواد بااتمهای سنگین بداخل بافت مغز میگردد . درعوارض مغز که باعث خراب شدن این سد میگردند، بطورمصنوعی میتوان مواد حاجب بااتمهای سنگین را بدرون بافت مغز داخل کرد وتراکم بافت را نسبت به مغز بالا برد . درعمل از تزریق داخل وریدی مواد حاجب نظیر اوروگرافین بطریقی که دراوروگرافی معمول است ، استفاده میشود. این ماده مستقلا ویا همراه باپروتئین‌های خون از طریق انتشار پاسیو یا انتقال اکتیو ویا (پی‌نئوسیتوز) از B.B.B عبور کرده وپشت غشاء بازال رگ‌ها رسوب مینماید. معمولا پنج دقیقه بعداز تزریق داخل وریدی میتوان بااسکن مجدد وجود ضایعه را مشخص کرد که ممکن است تا چندین ساعت بهمان حال باقی بماند . (شکل ۱۵).

معمولا تومورهائی که دارای رگ‌های فراوان هستند ، مانند منتژیومها، بدین‌نحو بهتر نمایان میگردند . درحال حاضر در بیشتر مراکز بطور معمول بیمار را یکبار قبل از تزریق ویکبار بعداز تزریق ماده حاجب مورد اسکن قرار می‌دهند . علاوه بر بیماریهای ذکر شده در گروه‌های سه گانه فوق ، توموگرافی کامپیوتری مغز در تشخیص و پی گیری ضایعاتی مانندهیدروسفالی و آتروفی مغز(۵) وسایرضایعات استحاله‌ای «دژنراتیو» دارای ارزش فوق‌العاده میباشد .

توموگرافی کامپیوتری ازکاسه‌چشم کمك شایانی درتشخیص وتعیین محل ضایعات فضاگیر داخل کاسه چشم نیز کرده است (۳و۶) . بعلت اختلاف تراکم زیاد بین‌چربی پشت کره چشم وعصب بینائی، این‌عصب‌را بخوبی میتوان دید وباتعیین محل ضایعه نسبت به کره چشم‌وعصب بینائی کمك‌زیادی به‌روش‌جراحی ازطریق کرانیوتومی ویا بازکردن جدار خارجی‌کاسه چشم نمود (شکل ۱۶). درمورد ضایعات مهاجم ، وسعت پراکندگی تومور را به سینوسهای پارانازال ویا بدرون حفره جمجمه بخوبی می‌توان نمایان ساخت .

خلاصه :

دراین مقاله تکنیك توموگرافی کامپیوتری که یك روش جدید پرتونگاری میباشد شرح‌داده شده است . دراین روش‌اشعه‌ایکس از مغز بیمار عبور میکند وعکسهائی از زوایای مختلف میگیرد. سپس ارزشهای جذبی بافت وسایر موادی که در داخل سر بیمار قرار دارد ، بوسیله کامپیوتر تجزیه وتحلیل وبصورت عکسهائی ازنقاط مختلف سر بیمار نشان داده میشود. این‌روش تقریباً ۱۰۰ مرتبه حساس‌تر از روش پرتونگاری معمول میباشد، بطوریکه تغییرات بافت نرم باتراکم شبیه بهم را نشان میدهد . بطور قطع این‌روش انقلابی درمورد روشهای تشخیصی متداول‌بیماران مبتلا بهضایعات مغز وچشم بوجود آورده است .



شکل ۱۶ــ تومور پشت‌کره چشم درطرف چپ (گلیوم عصب بینائی).

سرعت ودقت تشخیصی آن فوق‌العاده میباشد و درعین‌حال عاری از عوارض ومخاطرات برای بیمار است .
بادرنظر گرفتن این که اطلاعات کسب شده بااین روش دراکثر موارد از اطلاعاتی که از مجموع یا هریك از روشهای تشخیصی دیگر ازقبیل آنژیوگرافی، پنوموآنسفالوگرافی و سنتی گرافی بدست می‌آیـد ، بیشتر است و به این نتیجه می‌رسیم که از نظر اقتصادی‌هم مقرون به‌صرفه می‌باشد.

REFERENCES :

1- Ambrose, J. Computerized Transverse Axial scanning (tomography) Part 2 clinical application. British Journal of Radiology 46; 1023_1047. 1973.
2- Ambrose, J. Computerized X_Ray scanning of the Brain. Journal of Neurosurgery 40; 679_695. 1974.
3- Ambrose, J. Lioyd, G .S. and Wright, J. A. preliminary evaluation of fine matrix computerized axial Tomography (E.M.I.Scan) in the diagnosis of orbital space occupying lesions. British Journal of Radiology 47: 747-751. 1974.
4- Davis, K. R., Taveras, J.M., New, P.F., et al: Cerebral infarction diagnosis by computerized tomography, Am. J. Roentgenology 124; 643_660. 1975.
5- Fox, J.H., Topel, J.L., and Huckman, M.S.: Use of computerized tomography in senile dementia. Journal of Neurology, Neurosurgery and psychiatry 38; 948_953. 1975.
6- Gawler, J., Sanders, M. D. Bull, J.W.D. Du Boulay. G. and Marshal. J.: Computer assisted tomography in orbital Disease, British Journal of ophthalmology 58; 571_587. 1974.
7_ Gawler, J., Bull, J.W.D., Du Boulay G.H. and Marshal, J., Computerized axial tomography. The normal E.M.I scan Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry 38; 935-947. 1975.
8- Hounsfield, G.N., Computerized Transverse axial Scanning (Tomography) Part 1. Description of the system. British Journal of Radiology 46 : 1016_1022. 1973.
9- Kreel, L., The EMI whole body scanner, British Journal of Clinical equipement july 1976.
10- New, P.F., Scott, W.R., et al: Computerized axial Tomography with the EMI Seanner. Radiology 110: 109_123. 1974.
11- New, P.F., Scott, W.R., et al : Computed tomography with the EMI Scanner in the diagnosis of primary and metastatic intracranial neoplasms Radioloy 114; 75_87. 1975.
12- Paxton, R. and Ambrose, J., The EMI Scanner, A brief Review of the first 650 patients. British Journal of Radiology 47: 530_565. 1974.
13- Stephens, D H., Hattery, R.R., Sheedy, P.F., Computed Tomography of the abdomen. Radiology 119: 331_335. 1976.
14- Sagel, S., Stanley, R.J., and Evens, R.G., Early Clinical experience with Motionless whole body computed Tomography. Radiology 119: 321_330. 1976.
15- Wortzman, G., Holgate, R.C., and Morgan, P.P., Cranial Computed tomography. An Evaluation of cost effectiveness. Radiology 117: 75_77. 1975.