



debaixo da pele

Uma viagem através do Corpo Humano

Medicina Nuclear

Ressonância Magnética

Raios X

Ecografia

Endoscopia

Tomografia Axial Computorizada

Deutsches Museum

PAVILHÃO DO
CONHECIMENTO
CIÊNCIA VIVA

MCT MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E DA TECNOLOGIA

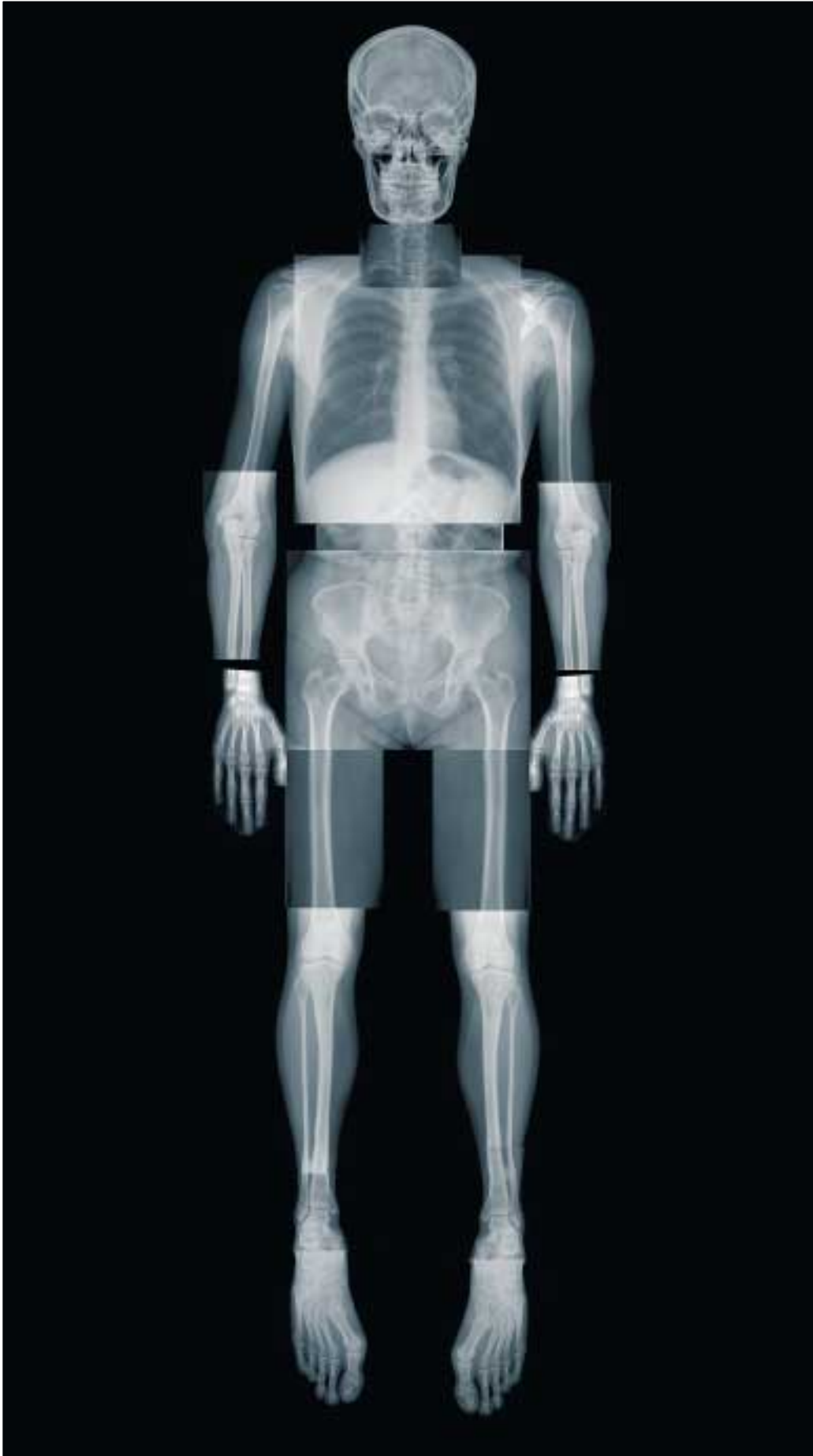
debaixo da pele

Uma viagem através do Corpo Humano



PAVILHÃO DO
CONHECIMENTO
CIÊNCIA VIVA

MCT MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E DA TECNOLOGIA



A Radiografia do esqueleto marca o princípio da era da tecnologia de representação visual. A radiação é fortemente atenuada pela estrutura densa dos ossos, pelo que o esqueleto se apresenta na película como uma imagem altamente contrastada em diferentes gradações de preto e branco.

debaixo da pele

Uma viagem através do Corpo Humano

Publicado por Cornelia Kemp

Exposição de 6 de Junho de 2000 a 31 de Janeiro 2001
no Pavilhão do Conhecimento – Ciência Viva

Pavilhão do Conhecimento - Ciência Viva

Alameda dos Oceanos 2.10.01

1990-223 Lisboa

pavconhecimento@ccv.mct.pt

Reservas: 218 917 112

Fax: 218 917 171

ISBN 972-98251-3-0

Depósito legal 152846/2000

A equipa do projecto:

(DM – Deutsches Museum, GH – Hospital Universitário Großhadern)

Ideia Walter Rathjen (DM)

Concepção Cornelia Kemp (DM), Roland Opschondek, München

Directora de Projecto Cornelia Kemp (DM)

Gestão do Projecto Sylvia Hladky, Robert Metzner (DM)

Arquitectura da Exposição Tido Brussig (DM)

Desenho Gráfico Christian Hölzl (DM)

Produção Gráfica Petra Markgraf (DM)

Realização Visual Reger Studios, München

Figuras Adel Rootstein, London

Escultor Matthias Gangkofner, Rainer Maria Strixner, München

Serralharia hofmeierdesign, München, und Die Schlosserei Matthias Deutscher, München

Écrans fluorescentes Metallbau Georg Kölbl, Tiefenbach

Montagem Metallbau Georg Kölbl, Tiefenbach, und Schreinerei Emil Fritz, Tiefenbach

Cooperação no Desenvolvimento do Projecto Hans S. Berger, München

Videomontagem Nikolaus Schmidl, Strixner & Holzinger, München

Programação Radomir Vidic, Gera Elektronik, München

Processamento de Dados Ernst Pander (GH), Gunther Grelczak, Thomas Klausz (DM)

Som Gerhard Glöckner (DM)

Redacção Multimedia Marc-Denis Weitze (DM)

Fotografia Uwe Teifel, Paul-Hans Sturm (GH), Hans-Joachim Becker (DM)

Tradução para o Inglês Almuth Seeböhm, München

Locutoras Andrea Lucas, Mary Roberts (DM)

Comunicação e Marketing Sabine Hansky, Zdenka Hlava (DM)

Redacção do Catálogo Rolf Gutmann (DM)

Autor Hans-Peter Klink

Redacção Ulrike Leutheusser, Programmbereich Wissenschaft und Bildung, e Jochen Kölsch, ARTE-Koordination

Índice

Introdução	8
Catálogo (Nº. 1-24)	11
Agradecimentos	60

Introdução

Durante séculos, a investigação da anatomia humana limitou-se à dissecação do corpo sem vida. A descoberta dos Raios-X em 1895 marcou o início de uma nova era da medicina, em que se tornaria possível visualizar o interior do corpo sem o lesar. A introdução de tecnologias computadorizadas no processamento de imagens nos anos 70 multiplicou ainda as possibilidades do diagnóstico visual, permitindo efectuar tomografias, ou seja imagens de corte captadas de qualquer parte do organismo, assim como modelos tridimensionais com níveis de pormenorização cada vez mais elevados, e por fim, a representação animada de processos funcionais do organismo.

Em muitos casos, a utilização de métodos de representação visual é encarada com a maior naturalidade, como por exemplo a radiografia dos dentes ou a ecografia do nascituro. Quanto às outras técnicas, só as chegamos a conhecer quando contraímos uma doença grave. Na necessidade de se curar, o doente depende do conhecimento especializado dos médicos, estando dificilmente apto a definir pelos seus próprios meios as medidas necessárias para o diagnóstico e a terapia. No entanto, esta necessidade de confiança pode frequentemente dar origem a sensações desagradáveis, como a ideia de estarmos entregues a uma tecnologia que ultrapassa a nossa capacidade de compreensão, ou uma aversão generalizada face à »medicina automatizada«. Críticos do nosso sistema de saúde, frequentemente, responsabilizam o tecnicismo actual da medicina e a consequente especialização do corpo médico pelo distanciamento crescente entre o médico e o doente.

Assim, a ideia de conceber uma exposição com o objectivo de apresentar a situação actual dos métodos de imagiologia, não constitui uma tarefa fácil. O grande fascínio pelas imagens do interior do corpo pode, por vezes, levar as pessoas a encarar os méritos do diagnóstico unicamente do ponto de vista técnico, promovendo a glorificação indiferenciada do progresso tecnológico. Tomámos este risco em conta, porque queremos dar uma oportunidade ao visitante de explorar esta área num ambiente informal. Assim, a exposição concentra-se na aplicação prática dos métodos de representação visual, com o objectivo de proporcionar ao visitante uma ideia global das áreas de aplicação destes métodos de diagnóstico. No centro está o corpo humano e o seu organismo – os princípios físicos e os detalhes técnicos só são mencionados na medida indispensável para a compreensão. Quanto à sua apresentação, a exposição tem por objectivo uma instrução recreativa através da interacção com as figuras como »alter ego«, e por combinação da informação técnica com aspectos lúdicos e estéticos.

Catálogo



O plano de corte sagital oferece a melhor perspectiva para analisar a estrutura do cérebro.

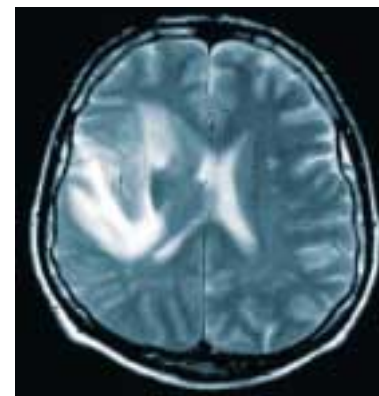
As voltas que o cérebro dá

A Ressonância Magnética, com a sua capacidade de representar tecidos moles em imagens de bom contraste de qualquer plano da área a examinar, é particularmente indicada para o diagnóstico de doenças do cérebro. Esta técnica permite delimitar nitidamente as diversas regiões corticais, e reproduz pormenorizadamente as alterações do tecido, como por exemplo no caso de tumores, acidentes vasculares, lesões do circuito nervoso e dos vasos, inflamações e lesões causadas por traumatismos.

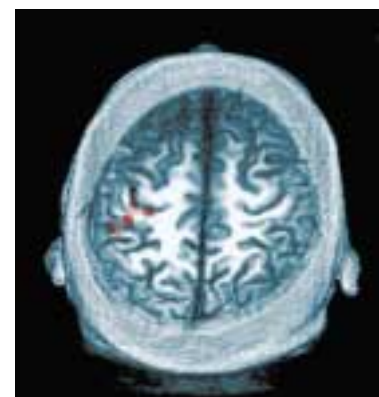
São captadas sequências de imagens do cérebro com espessuras entre 3 e 7 mm, que produzem representações diferentes, dependendo da técnica de medição escolhida. Estas imagens permitem uma caracterização e delimitação exacta do foco patológico. A ministração de um meio de contraste permite ainda recolher informações sobre a irrigação sanguínea do cérebro, essencial para o diagnóstico de acidentes vasculares.

A Ressonância Magnética também permite representar funções do cérebro. A estimulação de uma determinada região cortical está directamente ligada a alterações do metabolismo que por sua vez influenciam as características magnéticas do sangue. Estas permitem uma reprodução visual deste processo. A técnica regista particularmente a redução do teor de oxigénio nos glóbulos vermelhos, como se verifica no caso do aumento de actividade e do respectivo consumo de energia nas regiões corticais estimuladas. As primeiras experiências com esta técnica têm sido dedicadas à investigação, e têm por objectivo a recolha de informações sobre a localização da actividade cerebral desencadeada pela estimulação visual, sensorial e motora. As conclusões ajudarão a compreender os processos altamente complexos verificados nas diferentes regiões corticais durante uma estimulação desse género.

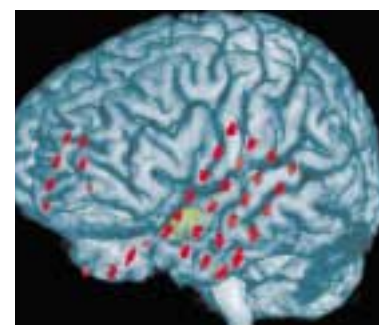
Recentemente, têm sido feitas pesquisas no sentido da aplicação da Ressonância Magnética no planeamento terapêutico cirúrgico, sobretudo no caso de doentes com epilepsia. Para captar com exactidão os impulsos nervosos, os eléctrodos são colocados directamente na superfície do cérebro, o que permite uma representação exacta do relacionamento entre as regiões corticais e os respectivos eléctrodos. Uma reconstrução tridimensional elaborada a partir dos cortes da Ressonância Magnética com a indicação dos pontos em que se situam os eléctrodos oferece ao cirurgião a possibilidade de estudar antecipadamente a localização e a dimensão da área a remover.



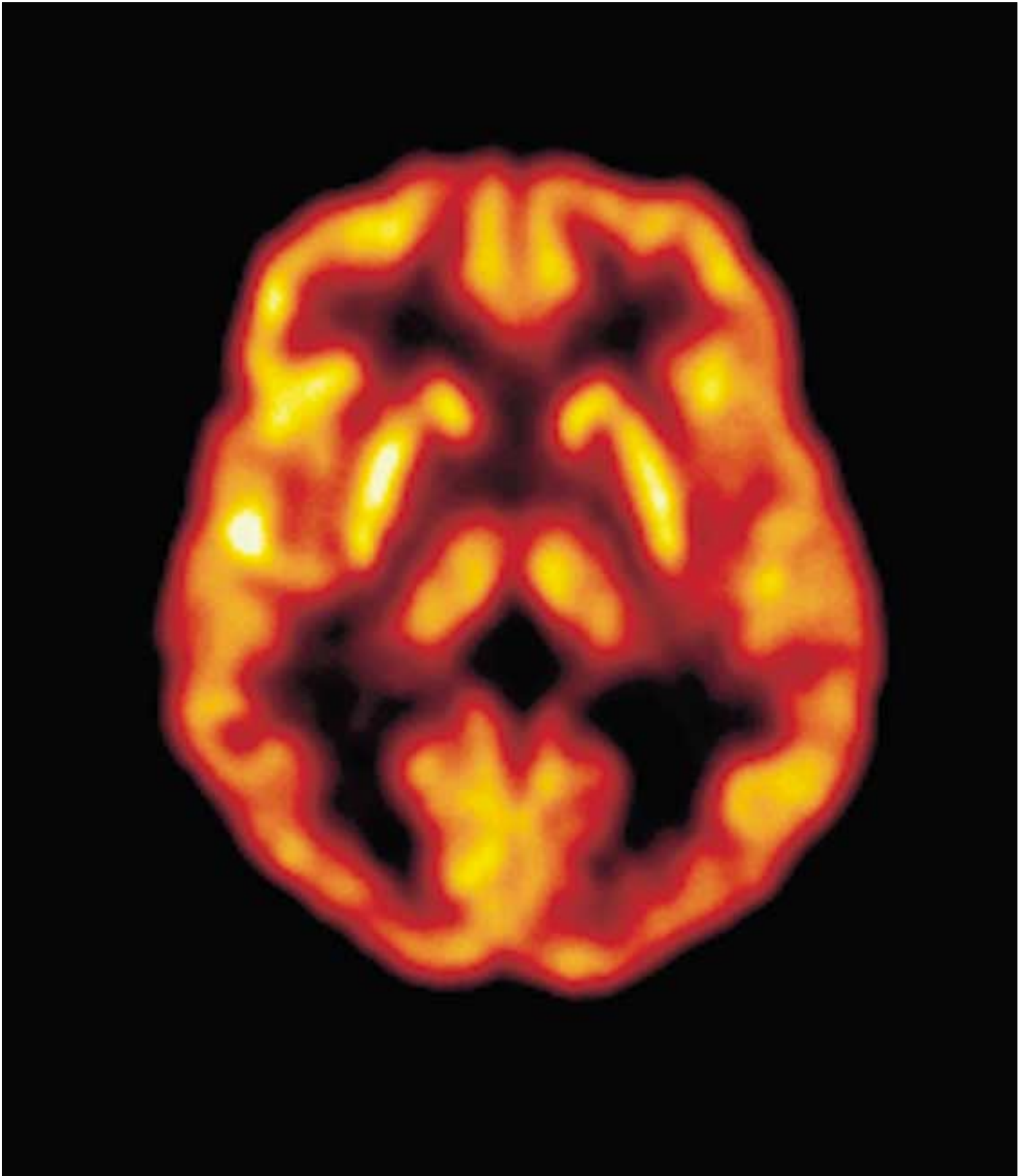
No corte transversal, a estrutura aclarada no hemisfério direito revela a presença de um tumor.



Na Ressonância Magnética, as regiões corticais activas são assinaladas a cores.



A reconstrução tridimensional do cérebro indica a localização dos eléctrodos colocados nos lobos temporais de um doente com epilepsia.



O exame de Medicina Nuclear revela a actividade do cérebro através da reprodução de processos do metabolismo em imagens de corte coloridas.

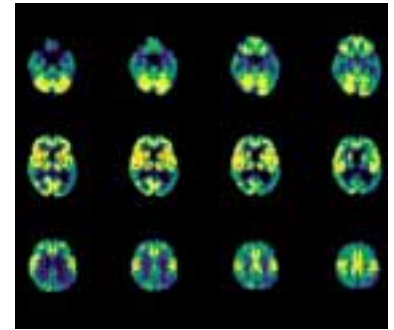
Uma boa ideia

A Tomografia de Emissão de Positrões (TEP), introduzida em 1975, tornou possível representar visualmente os processos do metabolismo no cérebro. Esta e outras técnicas da Medicina Nuclear, como a Tomografia Computorizada por Emissão de Fotão Único (SPECT), registam a radiação emitida por substâncias de radioactividade limitada introduzidas no organismo. Para assegurar que os radioisótopos ministrados reproduzam as funções desejadas do organismo – por exemplo a irrigação ou a conversão da glucose –, os mesmos são combinados com agentes químicos marcadores (Tracer). Estes assemelham-se a substâncias naturais que são transformadas pelo metabolismo do organismo.

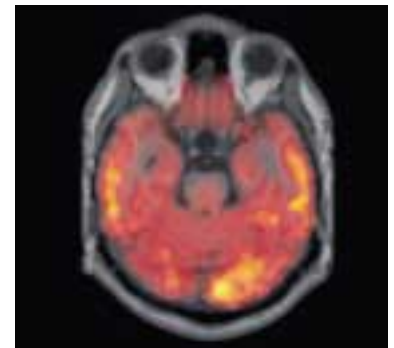
Quando se verifica uma elevada actividade neuronal do cérebro, aumenta o fluxo sanguíneo regional e a conversão da glucose, o que provoca uma acumulação dos marcadores nas regiões activas. Por outro lado, uma actividade neuronal reduzida resulta numa menor acumulação dos marcadores. Câmaras especiais registam a radiação emitida pelos marcadores radioactivos e reproduzem-na em imagens de corte coloridas. As regiões com actividade neuronal elevada ou diminuída destacam-se das outras estruturas cerebrais em diferentes gradações da cor seleccionada.

Desta forma, é possível avaliar as consequências da oclusão de um vaso depois da ocorrência de um acidente vascular, como também verificar a diminuição da irrigação causada por outras lesões cerebrais. Comparando, por exemplo, as imagens de corte de pessoas saudáveis com aquelas de doentes com Alzheimer ou com epilepsia, verifica-se, nos doentes, uma distribuição irregular do marcador, ao mesmo tempo que as regiões afectadas pelo processo patológico acusam uma deterioração nítida do metabolismo ou da irrigação. Para uma localização anatómica mais precisa da actividade regional, utiliza-se a técnica da sobreposição das imagens de corte do TEP com os cortes da Ressonância Magnética. Esta técnica permite estabelecer a ligação entre as mais pequenas disfunções e as respectivas estruturas cerebrais.

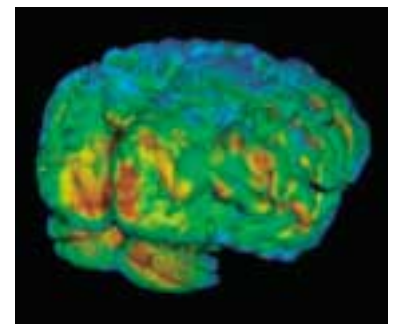
As medições do fluxo de sangue no cérebro através do TEP, efectuadas sob diferentes condições de estimulação (p.ex. visão, cheiro, audição, cálculo mental, movimentos da mão), contribuíram para o aprofundamento dos conhecimentos sobre a coordenação funcional do cérebro saudável. Esta área tem vindo a servir-se também da Ressonância Magnética Funcional, introduzida em 1991. Através desta técnica, alterações da actividade cerebral são analisadas indirectamente a partir do nível de oxigénio no sangue. As vantagens deste método residem na ausência de radiações nocivas, assim como na sua alta resolução geométrica e temporal.



A sequência de imagens de corte do cérebro de um doente com Alzheimer revela irregularidades nítidas no hemisfério direito.



A combinação das imagens da Ressonância Magnética com a técnica TEP reúne a anatomia e a função numa só reprodução.



A reprodução tridimensional do cérebro exemplifica melhor ainda o efeito da sobreposição das duas técnicas.



A reconstrução estereolitográfica do crânio permite ao cirurgião simular eventuais intervenções.

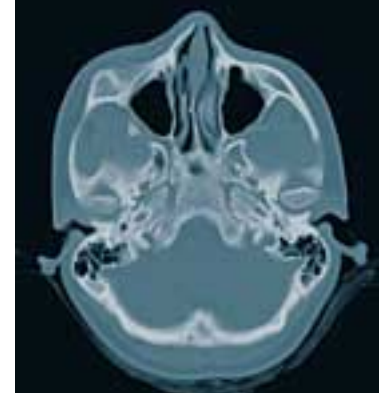
Quebra-cabeças

Nos últimos anos, foi possível reduzir a duração da captação de imagens e ao mesmo tempo melhorar o seu nível de pormenorização. Por conseguinte, as técnicas bidimensionais do TAC, da Ressonância Magnética e da Ecografia foram sendo também utilizadas cada vez mais para a representação tridimensional das diferentes regiões do organismo. Estas representações são particularmente úteis na avaliação da dimensão e da morfologia da área examinada, para além de serem rotativas, o que permite uma observação a partir de qualquer ângulo.

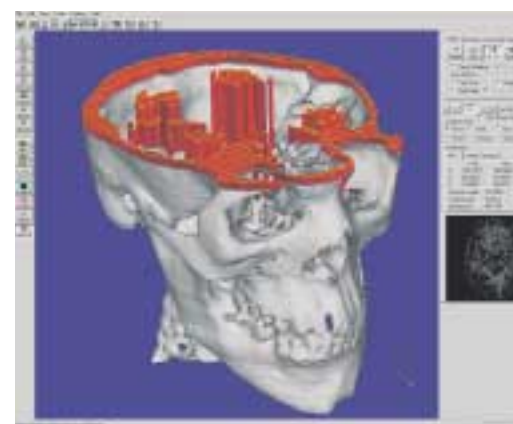
A Estereolitografia oferece ainda a possibilidade de observar estas reproduções tridimensionais não só no ecrã, mas também num modelo reconstruído em material sintético. Este processo teve origem na indústria automóvel, onde a construção computadorizada é utilizada para o desenvolvimento rápido e económico de novos modelos de carroçaria. Na área da medicina, esta técnica tem sido utilizada particularmente no campo da neurocirurgia, nomeadamente no planeamento de intervenções cirúrgicas no crâneo.

A base de dados é fornecida pelas imagens de corte do TAC, transformadas em ficheiros electrónicos com a ajuda de um programa especial de desenho. Como a distância entre cada uma das imagens de corte é demasiado grande para uma reconstrução completa, os intervalos são preenchidos através de cálculos executados pelo computador. A modelação em si é feita num banho de material sintético, onde um laser endurece camada por camada do modelo, suportado por uma plataforma móvel que se encontra ao nível da superfície do líquido. Quando uma camada está modelada, a plataforma desce a distância equivalente à espessura de uma camada, e a camada seguinte é modelada.

A neurocirurgia serve-se desta técnica particularmente para a remodelação de partes do crâneo, porque permite calcular com precisão as dimensões do implante que irá substituir a parte removida, como por exemplo no caso de tumores ósseos. O modelo permite ainda simular a operação em todas as suas etapas e determinar com antecedência a dimensão da abertura do crâneo assim como o ângulo de acesso, desta forma diminuindo consideravelmente o risco para o doente.



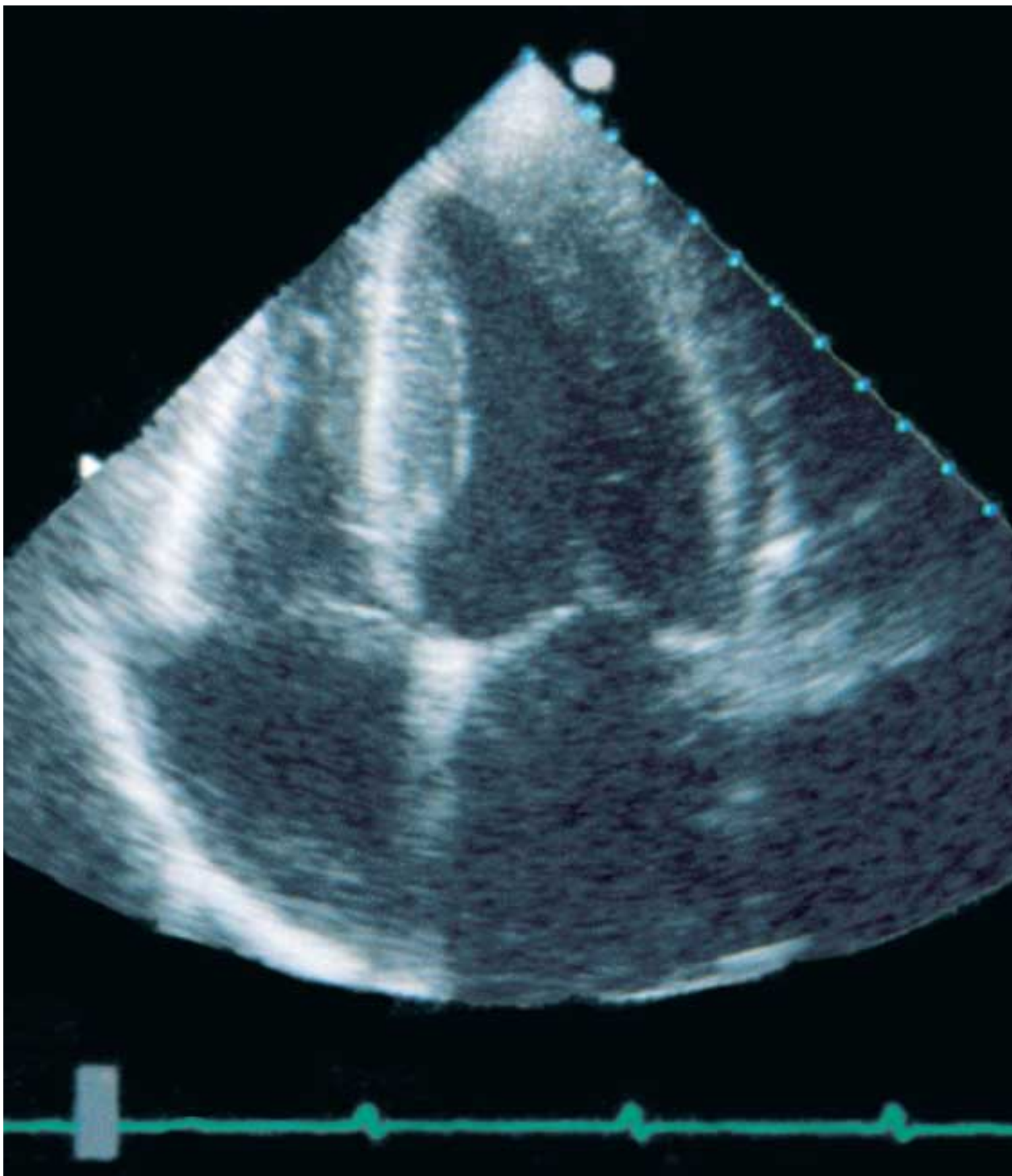
Sequências de corte do TAC constituem a base de dados para a reconstrução plástica do crâneo.



Computadores especiais transformam as imagens do TAC em dados destinados à reconstrução artificial do crâneo.



Um raio laser modela o crâneo artificial, camada por camada, num banho de material sintético.



A vista geral das quatro câmaras cardíacas apresenta o coração no sentido inverso e com a ponta virada para cima.

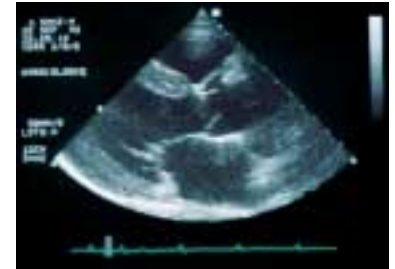
Palpitações

No diagnóstico do coração, para além do exame efectuado com o catéter cardíaco, o exame ecográfico (Ecocardiografia) constitui o método mais frequente e mais importante. A Ecografia não implica radiações e por isso não comporta riscos para o doente. Ao contrário do catéter cardíaco que é introduzido num vaso até alcançar o coração, o diagnóstico ecográfico é não-invasivo, ou seja, não penetra o corpo. Uma outra vantagem reside no facto de as imagens serem dinâmicas, o que permite ao médico estudar não só a anatomia, mas também os movimentos do coração através do monitor. Esta técnica é particularmente indicada para avaliar o tamanho e o movimento das paredes cardíacas, assim como o funcionamento das válvulas.

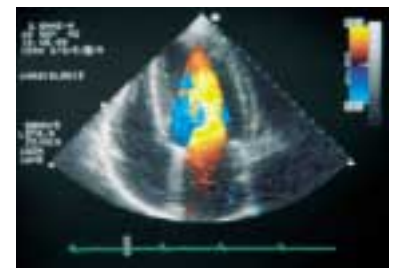
De entre um número facultativo de planos de corte são seleccionados três planos diferentes, dispostos sobre si, que representam o coração no eixo longitudinal, no corte transversal e na chamada perspectiva de quatro câmaras. Por isso, para o diagnóstico de defeitos cardíacos congénitos, doenças do miocárdio e das válvulas, tumores e consequências de doenças coronárias, tais como o enfarte cardíaco e trombozes, a Ecografia representa o método preferencial.

As diversas variantes do método Doppler, que tem o nome do seu inventor, permitem representar a cores e por sons as oscilações de frequência sonora provocadas pelo fluxo sanguíneo. O sangue que corre em direcção à sonda é representado pela cor vermelha, enquanto que o sangue que se afasta está marcado a azul. Este método permite verificar a velocidade de fluxo do sangue, que por sua vez fornece dados alusivos à presença de constricções de origem patológica ou válvulas defeituosas.

Dado que os ossos reflectem as ondas sonoras da Ecografia, não permitindo, assim, examinar as áreas situadas por trás dos mesmos, a sonda ecográfica só pode alcançar o coração através da penetração de alguns locais entre ou por cima das costelas, que são designados por »janelas«. Por isso, quando o objectivo do diagnóstico o exige, a sonda ecográfica é levada para junto do coração através do esófago, evitando-se assim as interferências causadas pelo esqueleto ou pelos pulmões. Tal como em todos os outros métodos de representação visual, na Ecocardiografia têm-se desenvolvido programas que reproduzem imagens tridimensionais a partir dos dados dos cortes, desta forma oferecendo uma vista geral da área examinada.



No plano longitudinal, o sangue descreve um arco, circulando a partir da aurícula esquerda no canto inferior direito para o ventrículo esquerdo, alcançando de seguida a aorta situada em cima à direita.



Para examinar o fluxo de sangue no ventrículo esquerdo, utiliza-se o método Doppler que reproduz o fluxo através da alternância das cores azul e vermelho.



No plano de corte axial da válvula mitral pode observar-se o movimento regular das válvulas.



Na imagem de corte gerada pela Ressonância Magnética define-se bem a parede espessa do miocárdio esquerdo.

De todo o coração

A alta velocidade com que hoje em dia se podem produzir imagens de corte, permite, através da Ressonância Magnética e do TAC, examinar órgãos em movimento, como o coração. As duas técnicas fornecem informações diferentes referentes à condição e ao funcionamento do coração.

Ao reproduzir a anatomia do coração e dos grandes vasos através da Ressonância Magnética, o ângulo é ajustado conforme a posição individual do órgão, o que permite captar imagens de corte exactas do eixo longitudinal e transversal. A nitidez dos contrastes entre os tecidos moles permite observar, particularmente, alterações nas paredes do miocárdio que podem causar, por exemplo, arritmias. Uma outra vantagem da Ressonância Magnética reside na possibilidade de determinar a velocidade do fluxo de sangue, que fornece indícios referentes ao funcionamento regular das válvulas cardíacas, a constricções (estenoses) ou a deficiências de vedação (insuficiências).

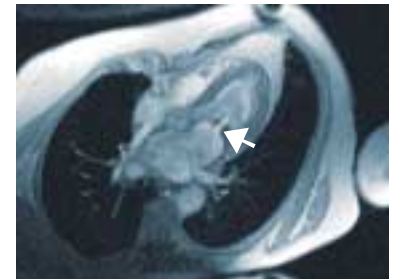
Para o diagnóstico de calcificações das artérias coronárias e das válvulas cardíacas, não detectáveis nas imagens da Ressonância Magnética, o TAC Multiplanar fornece imagens de alta definição captadas a grande velocidade e destituídas de movimento. Porém, ao contrário da Ressonância Magnética, esta técnica só permite efectuar cortes perpendiculares ao eixo do corpo.

As duas técnicas possibilitam a produção de imagens tridimensionais que, no caso da Ressonância Magnética, permite estabelecer o volume sistólico, e em casos específicos podem substituir o exame invasivo do catéter cardíaco. As coronárias também são representadas através das duas técnicas, das quais o TAC Multiplanar não só oferece uma localização exacta das mesmas, mas também a detecção de constricções.

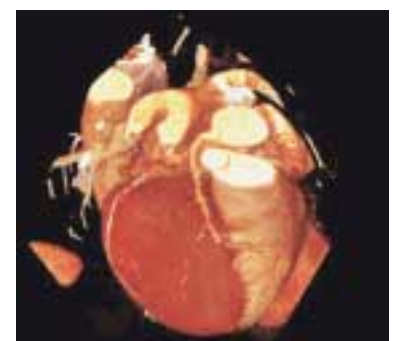
Porém, devido à complexidade do equipamento e ao seu elevado custo, estas técnicas, ao contrário da Ecocardiografia e do catéter cardíaco, não constituem parte do equipamento habitual para o diagnóstico do coração.



A vantagem especial do TAC do coração reside na detecção de calcificações nas coronárias.



A imagem captada por Ressonância Magnética apresenta uma constricção evidente da válvula mitral entre a aurícula esquerda e o ventrículo esquerdo.



O modelo tridimensional construído a partir dos cortes de um tomógrafo multiplanar representa, com autenticidade, o coração em toda a sua dimensão, bem como o percurso das coronárias.



A representação da aorta abdominal através da Ressonância Magnética permite uma observação de toda a área a partir de diversos ângulos e sem sobreposições.

Do mesmo sangue

O TAC, a Ressonância Magnética e a Ecografia servem-se cada vez mais das novas tecnologias para representar a área examinada em três dimensões. A representação tridimensional é particularmente adequada para o diagnóstico vascular, porque permite a visualização de vários planos e evita as sobreposições que se verificam na representação bidimensional. Através da reprodução em filme de sequências maiores de imagens, a área examinada pode ser observada a partir de qualquer ângulo. Alterações patológicas no sistema dos vasos são captadas em toda a sua dimensão, o que é um factor determinante na preparação de uma eventual intervenção cirúrgica.

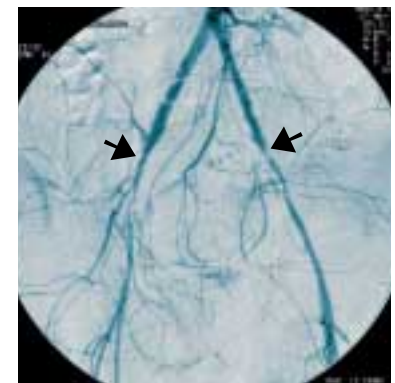
Aparelhos de Raios-X e detectores que durante o exame circulam em torno do doente a alta velocidade, captando uma série de imagens, aumentaram consideravelmente o âmbito de possibilidades da Angiografia clássica. Através de um catéter introduzido no vaso, é injectado um meio de contraste directamente na área a examinar, e as sequências de imagens captadas são posteriormente transformadas em imagens de subtracção. Isto significa que, na reprodução final, se definem os contornos escuros do sistema vascular, enquanto que o resto do organismo é praticamente eliminado da imagem. Através do catéter também podem ser efectuadas intervenções terapêuticas, como por exemplo a dilatação de um vaso constrangido.

Uma outra técnica radiológica que tem sido utilizada no diagnóstico vascular nos últimos dez anos é o TAC Helicoidal. Num curto espaço de tempo, são captadas secções maiores de vasos. O contrastante é injectado na veia, pelo que se dispensa o catéter. Uma técnica especial de processamento de imagens gera um modelo plástico dos vasos sem sobreposições, que roda sobre cada um dos seus três eixos geométricos. Para além de detectar calcificações, a imagem de corte permite também determinar a estrutura das paredes e o diâmetro dos vasos.

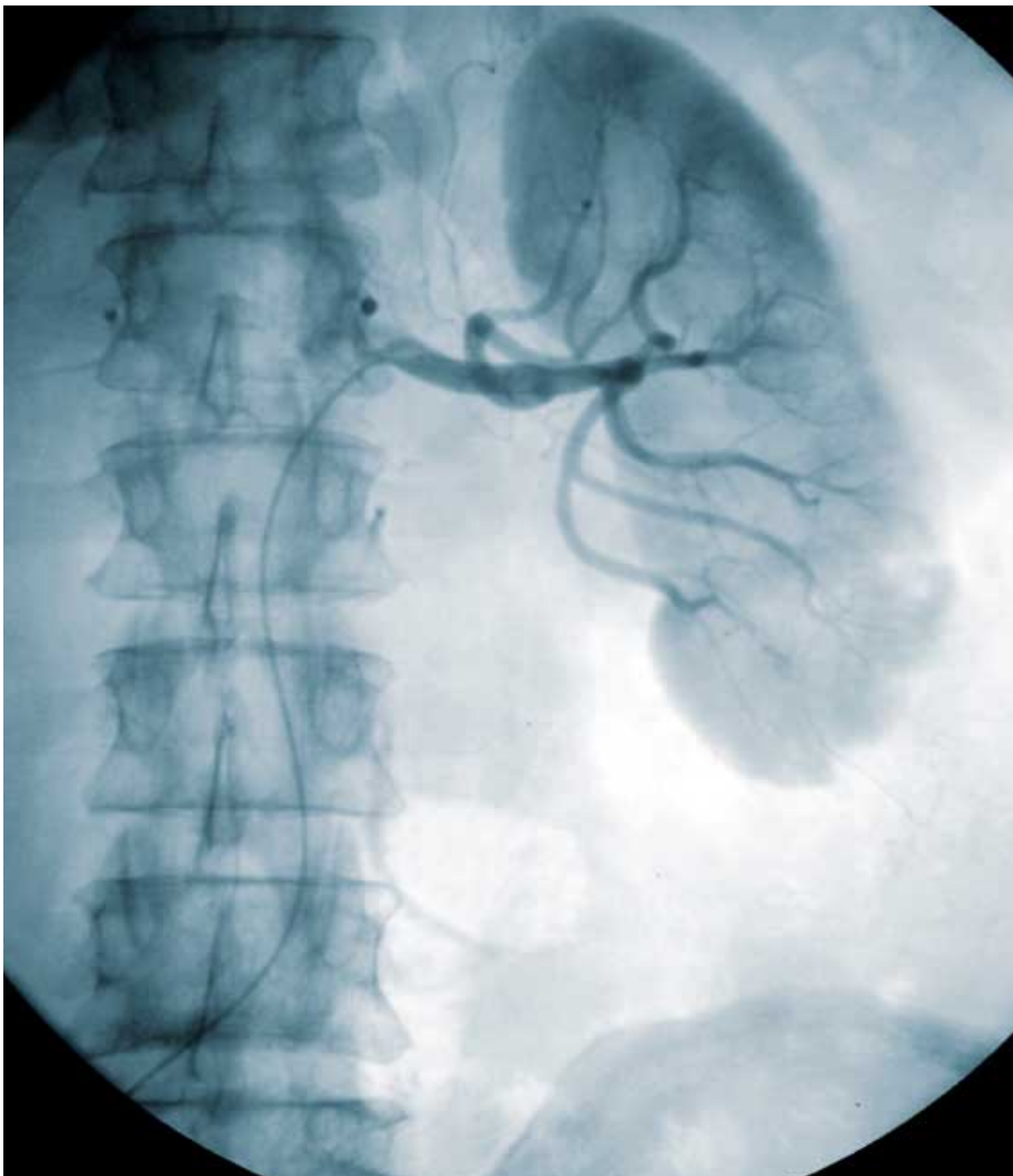
Na Ressonância Magnética não são produzidas radiações nem é necessário introduzir um catéter. Por estas razões, esta técnica tem vindo a aumentar em significado nos últimos anos, apesar dos seus custos elevados e do tempo de exposição mais prolongado. Como no TAC, a Ressonância Magnética permite distinguir claramente alterações das paredes vasculares. A possibilidade de captar rapidamente várias sequências de imagens permite ainda registar a velocidade e o volume do fluxo de sangue nos vasos. No pequeno espaço de tempo em que o doente retém a respiração, pode obter-se uma representação isolada de artérias ou de veias.



A reprodução da aorta na zona da bacia a partir dos cortes do TAC Helicoidal revela dilatações e calcificações patológicas do vaso.



A representação angiográfica das grandes artérias na área da bacia apresenta constricções nítidas que prejudicam a irrigação sanguínea das pernas.



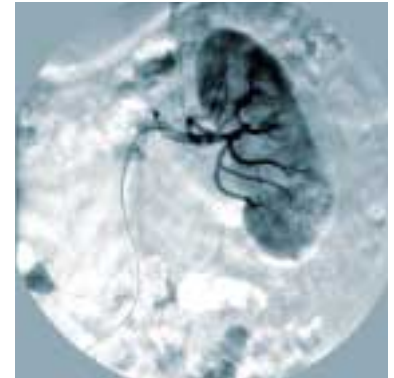
A Radiografia representa os vasos dos rins, injectados com um meio de contraste através de um catéter introduzido na artéria renal.

Reciclagem

Os rins são os órgãos mais irrigados do corpo humano. Com cada batimento do coração, os rins processam cerca de um quinto do sangue arterial; no caso de uma pessoa de 70 quilos de peso, esta quantidade traduz-se em cerca de um litro por minuto, ou seja, 1500 litros por dia. Um rendimento notável, considerando que os dois rins juntos não pesam mais que 300 a 400 gramas.

A tarefa mais importante dos rins é a regulação dos níveis de água e de sais no organismo. Substâncias de alto valor para o organismo, tais como água, glucose, vitaminas, electrólitos e aminoácidos não são excretadas pelo rim; substâncias residuais e supérfluas são filtradas e eliminadas com a urina. Este processo tem lugar num sistema infinitamente complexo, constituído pelos chamados glomérulos, que absorvem, filtram e reencaminham o sangue, e pelos tubos uriníferos que conduzem a urina para a pelve renal, e a partir desta para a uretra. Cerca de um milhão destas unidades encontram-se na zona cortical do rim, que por conseguinte, é a área mais irrigada. Dado que qualquer alteração da pressão arterial iria resultar numa sobrecarga deste sistema, existe um mecanismo próprio, independente da regulação geral da circulação, que assegura a irrigação aproximadamente constante do rim.

Face à tarefa complexa dos rins no metabolismo do corpo humano, uma insuficiência ou, no caso extremo, a falência dos mesmos, tem graves consequências para todo o organismo. No exame do rim e dos uretères drenadores, a Radiografia dos vasos desempenha uma função importante para o médico, permitindo-lhe determinar o tamanho do rim e detectar eventuais oclusões no sistema vascular, assim como quistos ou tumores. Para este efeito, um catéter fino é introduzido na aorta abdominal e levado até às artérias renais, injectando um meio de contraste neste local. Uma série de Radiografias captadas por segundo permitem observar o fluxo do sangue e revelar eventuais lesões. Através da Angiografia de Subtracção Digital, que consiste na subtracção das imagens captadas antes e depois da injeccção do meio de contraste, e que permite a reprodução dos vasos sem sobreposições, a representação e a avaliação da irrigação renal pôde ser melhorada consideravelmente.



Através de um processo de subtracção, os vasos renais podem ser isolados do tecido adjacente.



Constricções das artérias renais podem ser reparadas através da colocação de implantes chamados »Stents«.



A Angiografia da mão esquerda permite que os vasos repletos com um meio de contraste se destaquem nitidamente dos ossos.

Mau sangue

A Angiografia que pertence à área da Radiologia, especializa-se no diagnóstico dos vasos sanguíneos. Através deste método, defeitos congénitos assim como alterações de origem patológica podem ser diagnosticados e, em casos pontuais, tratados. Deficiências de irrigação, causadas por constrições, oclusões e trombozes, mas também por dilatações dos vasos (aneurismas), constituem o diagnóstico mais frequente. Dependendo do objectivo do diagnóstico, é representado o sistema de circulação arterial e/ou venoso.

Na Radiografia clássica, os vasos não se destacam do tecido adjacente. Para realçá-los, é necessário injectar a área a examinar com um meio de contraste rico em iodo, que absorve eficazmente os Raios-X. Para este efeito, o médico introduz, na região das virilhas, um catéter fino na artéria femural, conduzindo-o, de seguida, para quase todas as artérias, até às coronárias e às artérias cerebrais. O fluxo de sangue faz com que o meio de contraste seja distribuído rapidamente, pelo que a Radiografia é tirada directamente no acto da injeccção.

A Angiografia de Subtracção Digital (ASD), que permite representar os vasos isoladamente do tecido adjacente, veio melhorar ainda mais as possibilidades deste diagnóstico. Esta técnica consiste na captação de duas imagens idênticas antes e depois da ministração do meio de contraste, as quais são posteriormente »subtraídas« entre si. Desta forma, obtém-se uma reprodução isolada dos vasos.

A penetração invasiva do corpo através do catéter, assim como a exposição à radiação representam, sem dúvida, um risco para o doente. Este facto contribuiu para uma utilização mais frequente das técnicas de corte do TAC, da Ressonância Magnética e da Ecografia no diagnóstico vascular. Mas a grande vantagem da Angiografia sobre estes métodos de representação visual reside no facto de o médico poder tomar medidas terapêuticas directamente durante o exame, como também acontece no caso da Endoscopia. Desta forma, ele pode alargar constrições vasculares, desobstruir oclusões e estreitar dilatações através da implantação de próteses.



Para a representação dos vasos sanguíneos, também se utilizam outros métodos, como por exemplo a Ressonância Magnética.



A Angiografia de Subtracção Digital permite uma reprodução ainda mais destacada dos vasos sanguíneos sem sobreposições.



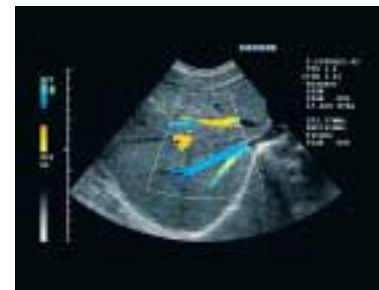
No plano de corte longitudinal da aorta abdominal, as estruturas irregulares da sua parede representam uma acentuada calcificação.

A voz do sangue

Na presença de sintomas inespecíficos na área abdominal, a Ecografia ocupa o primeiro lugar entre as técnicas de representação visual. As suas imagens de corte podem ser reproduzidas quase imediatamente, o que permite ao médico observar processos dinâmicos em imagens animadas no monitor, podendo repetir a observação de certas regiões para delimitar o foco patológico e captá-lo a partir de diferentes ângulos. Este método é utilizado principalmente para a observação do fígado e das suas alterações sob a forma de abscessos, quistos e tumores, assim como o depósito aumentado de gordura ou o endurecimento (esteatose hepática) e a sua deterioração progressiva (cirrose). O diagnóstico permite ainda representar a vesícula biliar, os rins e a bexiga, e fragmentar cálculos existentes nestes órgãos através da emissão de ondas de choque de alta frequência (litotricia).

Para além do diagnóstico dos órgãos, a Ecografia tem como campo de aplicação o diagnóstico de doenças vasculares. A imagem a preto e branco da Ecografia revela, em cortes transversais e longitudinais, as dimensões, a posição e o percurso dos vasos e permite tirar conclusões relativas a alterações patológicas, tais como constrições (estenoses), oclusões (tromboses), dilatações (aneurismas) e calcificações. O método Doppler, que reproduz em imagens coloridas a direcção e a velocidade do fluxo de sangue, oferece ainda a possibilidade de recolher informações sobre a alimentação vascular e a irrigação do tecido. O fluxo de sangue aumentado é representado por áreas mais claras, o que permite chegar a conclusões adicionais relativas a alterações patológicas dos vasos. Os sinais do ecógrafo podem ser representados de forma visual e acústica, possibilitando um diagnóstico mais completo.

Com o progresso na área do processamento electrónico, alcançaram-se novas técnicas de representação visual na Sonografia. Hoje, o médico pode combinar as imagens individuais de forma a obter um campo de visão alargado, o que lhe permite avaliar as estruturas em toda a sua dimensão. Assim, é mais fácil localizar e determinar a extensão de anomalias, colocando-as em contraste com o restante tecido. Aqui, como também no caso dos outros métodos de representação visual, a reprodução tridimensional está a ganhar cada vez mais importância.



A irrigação da veia hepática é representada a cores através do método Doppler.



O acoplamento de imagens individuais de corte resulta numa imagem panorâmica. Neste caso, é possível observar alterações ao longo de uma maior extensão da aorta abdominal.



A reconstrução tridimensional do baço a partir dos cortes da Ecografia oferece uma representação extensiva deste órgão.



Na Radiografia da mão de uma criança de doze anos, o potencial de crescimento é claramente representado pela gradação mais escura das cartilagens de conjugação.

Até ao osso

A Radiografia do esqueleto marca o início da era das técnicas de Imagiologia. O primeiro testemunho da Radiografia do corpo humano foi uma imagem da mão de Bertha Röntgen, captada pelo seu marido, Wilhelm Conrad Röntgen, em 1895, no mesmo ano em que este descobriu os Raios-X. Devido à sua densidade, os ossos resistem mais à penetração dos Raios-X, produzindo assim na Radiografia uma estrutura aclarada bem definida. A imagem revela somente a substância óssea, ou seja, a superfície de alta densidade e a estrutura interior esponjiforme. Por serem mais permeáveis, a cartilagem, o perióstio e os ligamentos não se distinguem do tecido adjacente. Na fase de crescimento, as extremidades dos ossos estão revestidas de cartilagem, as chamadas epífises. O diagnóstico pormenorizado destas epífises fornece dados valiosos referentes ao crescimento e à maturidade do osso.

A Radiografia do esqueleto revela alterações da forma e dos contornos do osso, como se verificam no caso de tumefacções ósseas. Permite ainda detectar alterações da densidade óssea, representada por áreas mais escuras ou mais aclaradas. A deterioração da estrutura interior do osso e a conseqüente diminuição da sua elasticidade, por exemplo no caso de uma osteoporose condicionada pela idade, são caracterizadas pela transparência aumentada das vértebras. Inflamações articulares, casos da artrite, da tuberculose ou de doenças reumáticas, reconhecem-se através da estrutura alterada das cavidades articulares e da deformação crescente dos ossos até mesmo à fractura.

A indicação mais frequente para se efectuar uma Radiografia é a suspeita de uma fractura. Em geral, nestes casos, são tiradas Radiografias em duas incidências, antero-posterior e perfil, o que permite determinar o tipo de fractura e detectar eventuais fragmentos. Se for necessário estabilizar a fractura por meio de parafusos ou placas, a Radiografia permite verificar a sua colocação e acompanhar o processo de consolidação óssea.



No estado avançado da osteoporose, a perda da massa óssea pode ser um factor contributivo para a fractura de vértebras.



A aparência deformada das articulações dos dedos é uma característica da artrite reumatóide.



A Radiografia revela uma fractura transversal da tíbia.



No perfil do joelho, os músculos e ligamentos assim como as cartilagens articulares das epífises distais do fêmur e próximas da tíbia, são representados por áreas escurecidas.

Uma vida agitada

O exame do aparelho locomotor constitui uma das mais importantes áreas de diagnóstico da Ressonância Magnética. A alta contrastação dos tecidos moles e a possibilidade de representar a área examinada em qualquer plano de corte, torna-a indispensável na avaliação das finas estruturas de cartilagens, ligamentos e tendões das articulações. Através da aplicação de diferentes parâmetros nas diversas sequências de imagens, certas regiões podem ser isoladas. Ao contrário do TAC, na Ressonância Magnética o factor essencial não é a densidade do tecido, mas a densidade dos núcleos de hidrogénio e a sua ligação química. Estes factores ajudam a realçar acumulações de líquido e estruturas patológicas. A administração adicional de um meio de contraste permite recolher informações complementares. Por esta razão, a Ressonância Magnética tem vindo a substituir, em muitos casos, a artroscopia diagnóstica, a qual comporta mais riscos para o doente.

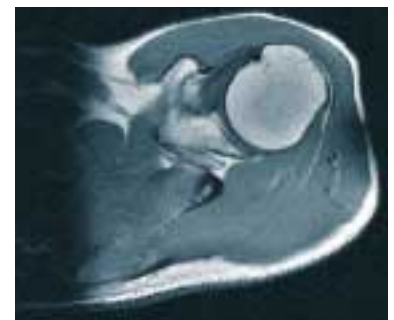
Os ossos, as cartilagens, ligamentos e tendões destacam-se nitidamente entre si, mas as áreas restritas em torno das articulações têm estruturas tão delicadas que um leigo dificilmente detecta as alterações patológicas. Entre os diagnósticos mais frequentes figuram lesões discais na coluna vertebral, lesões do menisco ou a ruptura dos ligamentos cruzados no joelho, a luxação do ombro com a lesão da cápsula articular, rupturas dos tendões e edemas, assim como o »cotovelo do tenista«, com os seus focos inflamatórios na área do cotovelo. Além destas doenças, habitualmente de carácter agudo, podem observar-se desgastes progressivos e rupturas parciais da cartilagem, que caracterizam as artroses, assim como edemas inflamatórios em consequência de traumatismos. A Ressonância Magnética permite ainda detectar fracturas condicionadas pela osteoporose, difíceis de diagnosticar através da Radiografia.



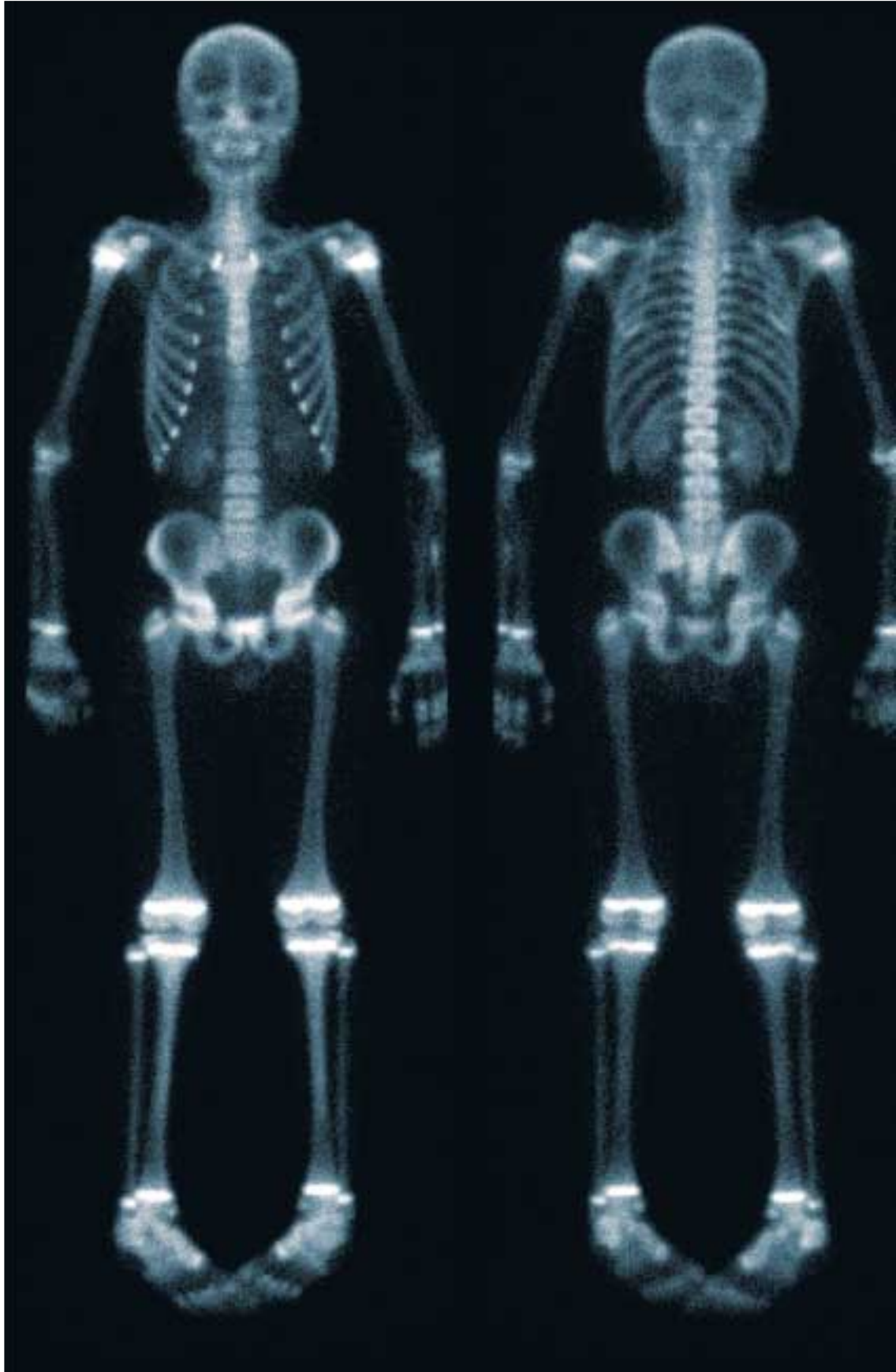
Este plano revela a estrutura esquelética do punho, constituída por inúmeros ossos revestidos pelas suas cartilagens articulares mais escuras, bem como as inserções dos músculos dos dedos.



O astrágalo por baixo da tíbia constitui, juntamente com esta, a articulação tíbio-társica, que é sobretudo responsável pela mobilidade dos pés.



O corte axial do ombro representa a articulação envolvida pelo tecido muscular, com a cabeça aclarada do úmero e a cavidade glenoideia da omoplata.



Na Cintigrafia de um rapaz de treze anos, definem-se nitidamente as zonas de crescimento, representadas por riscas reluzentes, próximo das zonas articulares.

Um esqueleto fluorescente

Uma área importante do diagnóstico da Medicina Nuclear é a reprodução integral do esqueleto, a chamada Cintigrafia óssea. Esta técnica permite reconhecer as mais pequenas alterações na transformação de minerais nos ossos. O radionuclídeo previamente injectado no sistema vascular acumula-se nas regiões que apresentam uma aumentada actividade metabólica, ou seja, onde se observa uma remodelação óssea intensificada. Com a ajuda de uma câmara especial de raios gama que capta a radiação emitida pelo corpo, estas informações são transmitidas para um computador e transformadas numa imagem em gradações de cinzento. Dependendo do modo de representação, as regiões particularmente activas são apresentadas em áreas mais claras ou mais escuras. A vantagem da Cintigrafia sobre todos os outros métodos radiológicos reside na sua capacidade de representar o esqueleto inteiro numa só imagem, permitindo assim detectar anomalias ao longo de todo o corpo. Contudo, na maior parte dos casos, a Cintigrafia é aplicada como método complementar à Radiografia.

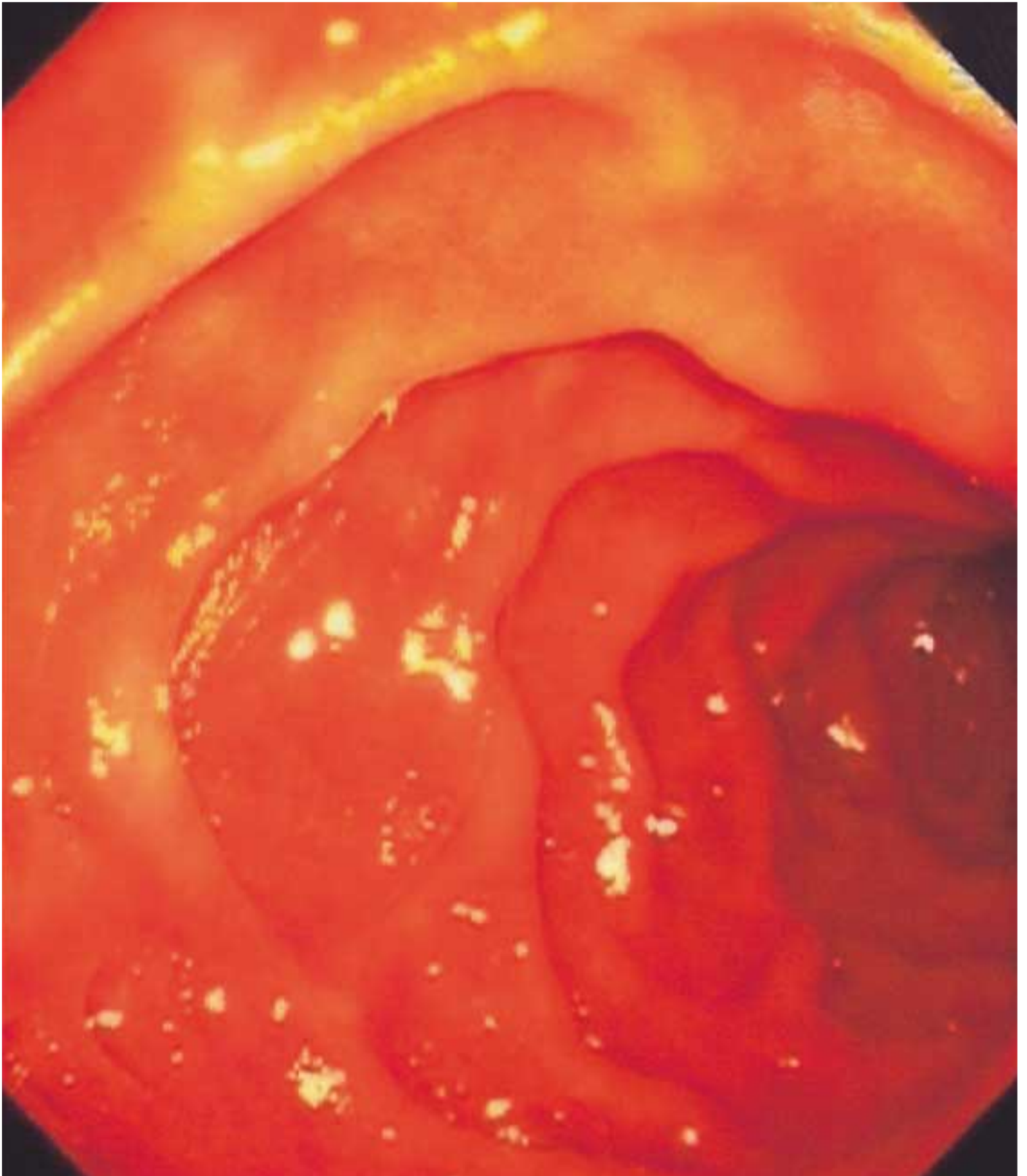
Naturalmente, a remodelação óssea nem sempre representa um processo patológico. Em crianças e adolescentes, a Radiografia revela áreas aclaradas ou escurecidas na proximidade das articulações, que representam as chamadas zonas de crescimento. Quando o esqueleto apresenta áreas irregulares aclaradas, indicadoras de uma maior ou menor acumulação do radionuclídeo nos ossos, estas devem ser tomadas como indício para a existência de uma patologia. No diagnóstico de tumores no esqueleto e na propagação de metástases ósseas, é a Cintigrafia que fornece os indícios mais importantes, embora nem sempre seja possível determinar se se tratam de tumefacções benignas ou cancerosas. Neste caso, são necessárias medidas complementares, como por exemplo a biopsia óssea. Durante uma quimioterapia, a Cintigrafia é efectuada para controlar a redução das metástases ou o processo de recuperação do osso afectado. Diagnósticos frequentes, tais como fracturas causadas pela diminuição da substância óssea em idade avançada (osteoporose) ou inflamações das articulações (artrite) e fracturas menores em consequência de lesões sofridas no desporto (fracturas de fadiga), muitas vezes imperceptíveis na Radiografia, podem ser localizadas com a ajuda da Cintigrafia.



O tumor maligno no joelho de uma rapariga de catorze anos é representado por uma área esbranquiçada, provocada pela actividade metabólica aumentada.



A região aclarada no ombro direito de um rapaz com um ano de idade aponta para uma inflamação medular.



Na Endoscopia definem-se nitidamente as pregas características da mucosa do duodeno.

Conhecimentos profundos

Actualmente, queixas persistentes pouco específicas na região do aparelho digestivo são preferencialmente investigadas com o endoscópio. A Gastroscoopia da parte superior do aparelho digestivo e a Colonoscopia da parte inferior, têm vindo a substituir a Radiologia convencional. Em comparação ao exame radiológico, a Endoscopia oferece a grande vantagem da extracção de amostras de tecido durante o exame e a consequente possibilidade do exame aprofundado dos tecidos. Para além disso, ela representa a única técnica que permite uma observação simultânea a cores. É sobretudo a coloração das mucosas que fornece importantes indícios relativamente à constituição e a possíveis alterações da área examinada. O exame permite ainda verificar a origem de hemorragias.

O diagnóstico endoscópico serve-se sobretudo de endoscópios flexíveis, dado que estes, ao serem introduzidos no corpo, se adaptam às circunvoluções naturais das cavidades examinadas, permitindo assim alcançar as regiões mais remotas. A introdução de endoscópios rígidos é limitada, e só é utilizada na cirurgia de invasão mínima. Na Gastroscoopia, o endoscópio é introduzido no esófago através da boca, a partir de onde se pode alcançar o estômago e o duodeno. A Colonoscopia é feita a partir do recto e compreende a totalidade do intestino grosso. Uma área do aparelho digestivo que ainda não faz parte do exame endoscópico rotineiro é o intestino delgado, que pode ter um comprimento de 3 a 9 m.

O exame detalhado só começa com o retraindo do endoscópio, cuja ponta pode ser inclinada para qualquer lado, permitindo assim uma observação exaustiva da região examinada.

Contudo, é compreensível que a penetração no corpo, não obstante as referidas vantagens do ponto de vista do médico e a eliminação do risco das radiações, não deixa de ser um exame desagradável para o doente. A ministração de calmantes e, em casos pontuais, de uma anestesia local, podem atenuar a ânsia do doente. Para assegurar uma boa visibilidade do intestino em toda a sua extensão, é necessário limpá-lo previamente utilizando um laxante.

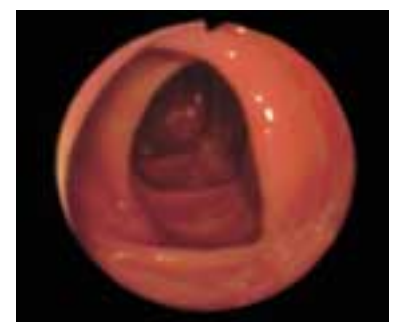
A Endoscopia é particularmente imprescindível para o diagnóstico de tumores no esófago, no estômago e no intestino, que figuram entre as doenças mais frequentes do aparelho digestivo. Quando detectados atempadamente, os tumores mais pequenos e superficiais podem ser removidos com a ajuda do endoscópio, inibindo o progresso da doença.



Varizes como esta, situada à entrada do esófago, representam um dos diagnósticos mais frequentes da Gastroscoopia.



Pólipos como este, situado no interior do estômago, podem frequentemente ser removidos durante o exame endoscópico.



A Gastroscoopia do aparelho digestivo capta bem o característico relevo triangular das pregas.



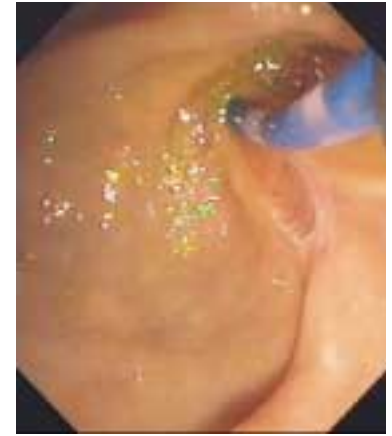
A combinação do exame endoscópico com a Ecografia, permite reproduzir o tecido do pâncreas em imagens de corte.

De forma penetrante

Actualmente, o diagnóstico imagiológico consiste cada vez mais na combinação de diferentes técnicas. A Endoscopia em combinação com a Radiologia e a Ecografia, permitiu alargar substancialmente o âmbito da área examinada e as possibilidades do diagnóstico.

Regiões que durante muito tempo eram inacessíveis, como por exemplo o pâncreas e a vesícula biliar, podem ser acedidas através de endoscópios ou sondas especiais. O endoscópio é complementado por um tubo fino, introduzido a partir do duodeno e inserido no canal biliar ou no pâncreas, permitindo uma observação directa do local. A reprodução visual é feita através de uma Radiografia. Esta técnica tem vindo a melhorar as possibilidades no diagnóstico de pedras na vesícula biliar, inflamações do pâncreas e tumores nestas cavidades do organismo, para além de possibilitar a remoção de cálculos e tumefacções durante o exame, evitando-se assim uma intervenção cirúrgica invasiva.

O acoplamento do endoscópio a um ecógrafo permite exames sonográficos no interior do corpo. Enquanto que as ondas emitidas pela sonda colocada na superfície da pele têm um alcance limitado, neste caso, a sonda pode ser introduzida directamente nas cavidades do corpo, fornecendo assim imagens de grande resolução. As informações fornecidas pelo endoscópio referentes à constituição de superfícies são complementadas pela Ecografia. A sonda é conduzida para junto do tecido e as imagens de corte revelam a dimensão da área afectada. Por esta razão, a Ecografia endoscópica é particularmente significativa, na medida em que permite definir detalhadamente a gravidade das afecções.



Através do tubo do gastroscópio, o médico introduz uma sonda no colédoco.



Durante o exame endoscópico, o colédoco é injectado com um meio de contraste a partir do duodeno, e depois radiografado.



Esta Radiografia representa o intestino grosso como vasta estrutura transparente.

Difícil de digerir

A representação radiográfica dos intestinos foi, durante muito tempo, uma área importante da Radiologia, precedida somente pela representação do esqueleto e dos pulmões. Ultimamente, porém, esta técnica tem diminuído em significado face à representação endoscópica do intestino com sondas flexíveis e às técnicas de corte da Ecografia, do TAC e da Ressonância Magnética.

Para além das vantagens para o diagnóstico do intestino grosso, com cerca de 1,5 m de comprimento, as imagens captadas fascinam pela sua transparência e apresentação completa. Sendo difícil captar esta estrutura tubular do aparelho digestivo através de Radiografia, o intestino é previamente esvaziado e lavado com a ajuda de um laxante ou de um clister, e de seguida é injectado, através de um catéter, um meio de contraste rico em bário (clister opaco). Face ao perigo de perfurar a parede intestinal, esta medida só pode ser executada por um médico especializado. Para distender o intestino, é necessário enchê-lo com ar. O meio de contraste deposita-se nas paredes do intestino que se torna visível através da radiação. Dependendo da posição em que se encontra o doente, o meio de contraste acumula-se em certas regiões do intestino, que na imagem se apresentam como áreas brancas.

Ao contrário do intestino grosso, o intestino delgado, cujo comprimento pode alcançar os 5 m, apresenta-se na Radiografia como uma formação relativamente complexa e interlaçada. Tal como o intestino grosso, ele apresenta inúmeras constrições anelares ao longo da musculatura longitudinal, as quais mantêm a parede intestinal em movimento constante, necessário para o transporte do seu conteúdo.

Sobretudo nas doenças crónicas inflamatórias do intestino grosso, que resultam numa elasticidade reduzida da sua parede e na ocorrência de diarreia misturada com sangue, a Radiografia complementa a Endoscopia no fornecimento de dados sobre a propagação da inflamação e possíveis complicações tais como abscessos, pólipos ou tumores. Também no caso da presença de fístulas, frequentemente diagnosticadas em pessoas de idade avançada com queixas de prisão de ventre, a Radiologia pode fornecer indícios valiosos.



Após a administração de um meio de contraste, define-se o intestino delgado com 4 a 5 metros de comprimento, e suas inúmeras ansas.



Doença de Crohn é a designação para constrições patológicas do intestino que prejudicam gravemente a digestão.



A injeção de um meio de contraste nos canais biliares através de um catéter resulta numa Radiografia nítida da estrutura dos mesmos até às mais pequenas ramificações.

Traçando o caminho da bÍlis

Para definir com maior precisão a causa de uma doença, diversas técnicas são aplicadas em paralelo ou combinadas entre si. Dado que cada um dos métodos tem as suas vantagens e características especiais, o médico dispõe de um largo espectro de possibilidades de diagnóstico.

O diagnóstico da vesícula biliar reúne seis métodos diferentes que fornecem uma variedade de informações visuais e permitem esclarecer questões específicas.

Como em muitos outros casos, o diagnóstico ecográfico ocupa o primeiro lugar, devido à ausência de riscos para o doente. A vesícula biliar, sendo uma cavidade escura, preenchida com líquido, destingue-se bem do fígado e do tecido adjacente. Este método permite detectar cálculos na vesícula biliar e revela o aumento da espessura da parede da mesma, assim como dilatações nos canais biliares.

Para a representação da vesícula biliar na Radiografia (Colangiografia), é necessário injectar um meio de contraste nas vias biliares. Existem várias possibilidades de acesso. O catéter necessário para tal pode ser introduzido no colédoco a partir do duodeno, ao mesmo tempo que é efectuado o exame endoscópico da parte superior do aparelho digestivo (CPRE).

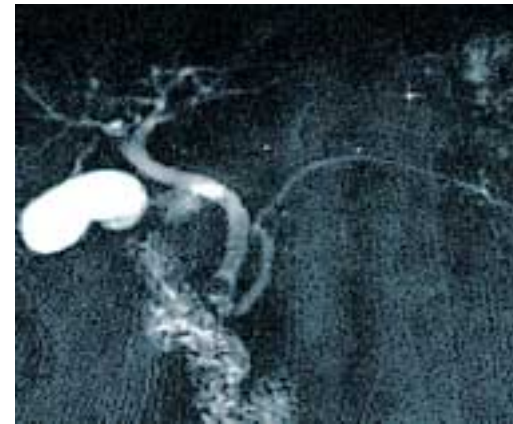
Uma outra forma de injectar o meio de contraste é através da punção dos canículos biliares hepáticos sob anestesia local. A Colangiografia permite uma visão geral da vesícula e dos canais biliares, oferecendo boas condições para o diagnóstico da localização e extensão de um foco patológico. Oferecendo o acesso directo, a Endoscopia também permite uma intervenção terapêutica imediata.

A partir dos cortes do TAC e da Ressonância Magnética, podem construir-se representações tridimensionais que revelam o percurso dos canais biliares com possíveis constricções ou dilatações. Este método permite captar também as áreas, que a Radiografia efectuada com meio de contraste não consegue representar devido, por exemplo, a uma oclusão.

Por fim, a Cintigrafia Hepática fornece informações sobre a permeabilidade dos canais biliares e sobre o funcionamento da vesícula biliar.



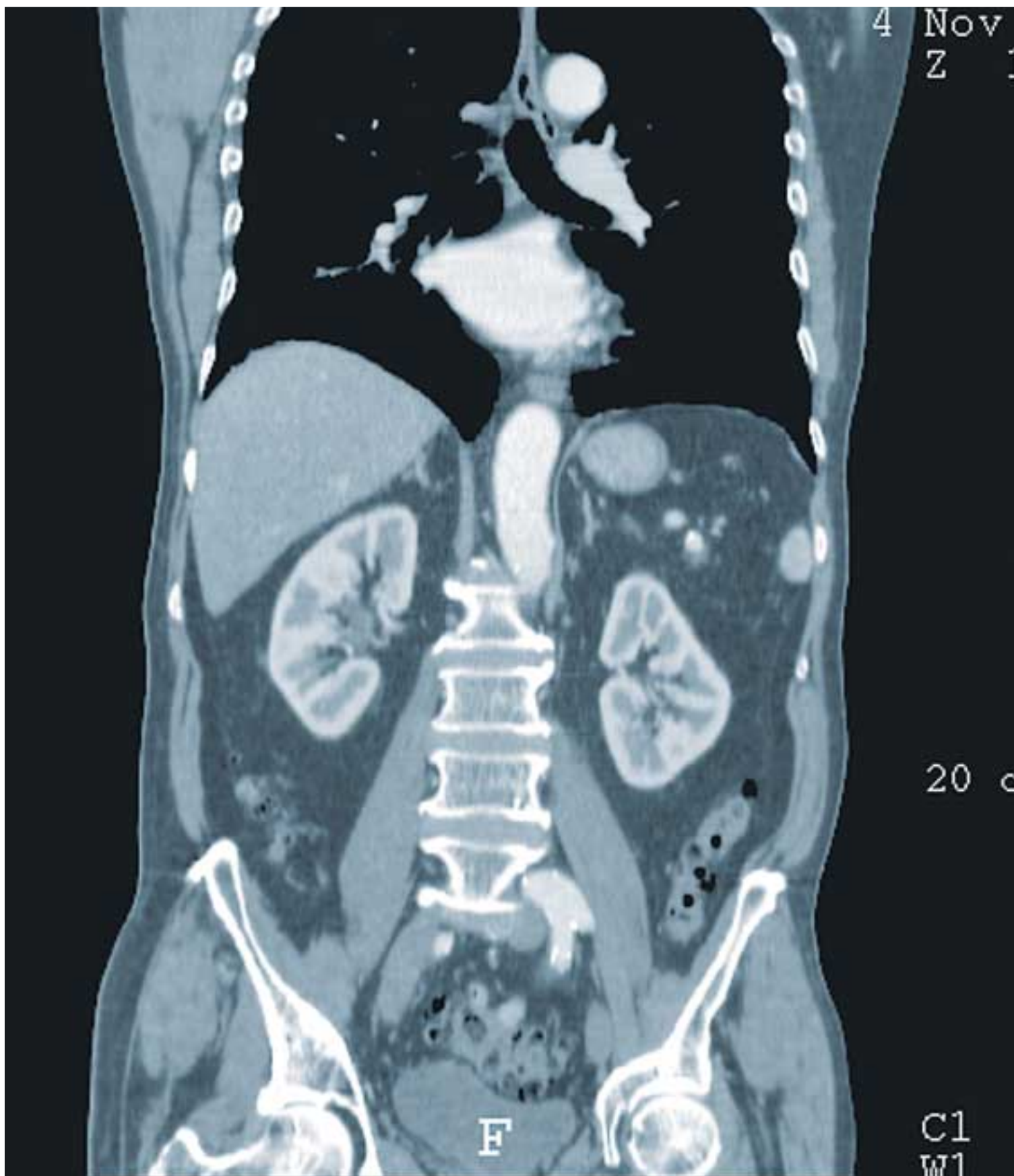
Na Ecografia, a vesícula biliar repleta de líquido apresenta-se como região escura e delimitada.



A partir dos cortes da Ressonância Magnética é possível reproduzir imagens dos canais biliares e da vesícula.



Na Cintigrafia funcional do fígado, as estruturas aclaradas destacadas representam a vesícula e os canais biliares.



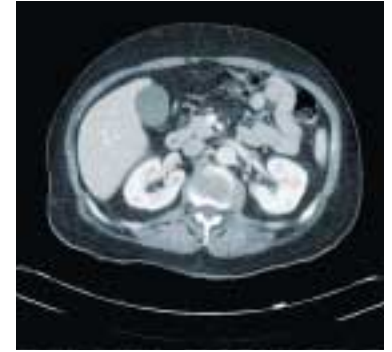
A partir dos cortes do TAC podem produzir-se imagens panorâmicas, que oferecem uma vista geral dos órgãos da cavidade abdominal.

No interior da barriga

O exame da cavidade abdominal constitui um dos campos de aplicação mais importantes do TAC. Efectuado em complemento à Radiologia clássica, à Ressonância Magnética e à Ecografia, o TAC é utilizado para a detecção e supervisão de alterações morfológicas nesta região. Devido ao facto de o corpo do doente atravessar o aparelho continuamente enquanto o aparelho de Raios-X capta toda a cavidade abdominal num movimento rotativo constante, os focos patológicos são representados não só no corte transversal, mas também na sua extensão tridimensional.

No exame da cavidade abdominal superior, que é efectuado sobretudo no diagnóstico de tumores, são representados todos os órgãos desta área: além do fígado, do pâncreas, dos rins e do baço também se podem examinar vísceras ocas, tais como o estômago e o intestino. Para melhorar a imagem, é injectado um meio de contraste que realça os contornos de cada um dos órgãos. O diagnóstico mais frequente nesta área consiste na detecção de quistos e abscessos no fígado, no baço e nos rins, assim como de tumores ou metástases. Lesões dos órgãos da cavidade abdominal em consequência de traumatismos, frequentemente acompanhadas de rupturas graves e fortes hemorragias internas, podem ser detectadas através do TAC. No diagnóstico do pâncreas e dos canais biliares, geralmente efectuado através da Ecografia e da Endoscopia intestinal (CPRE), o TAC fornece informações adicionais no caso de inflamações e de tumores.

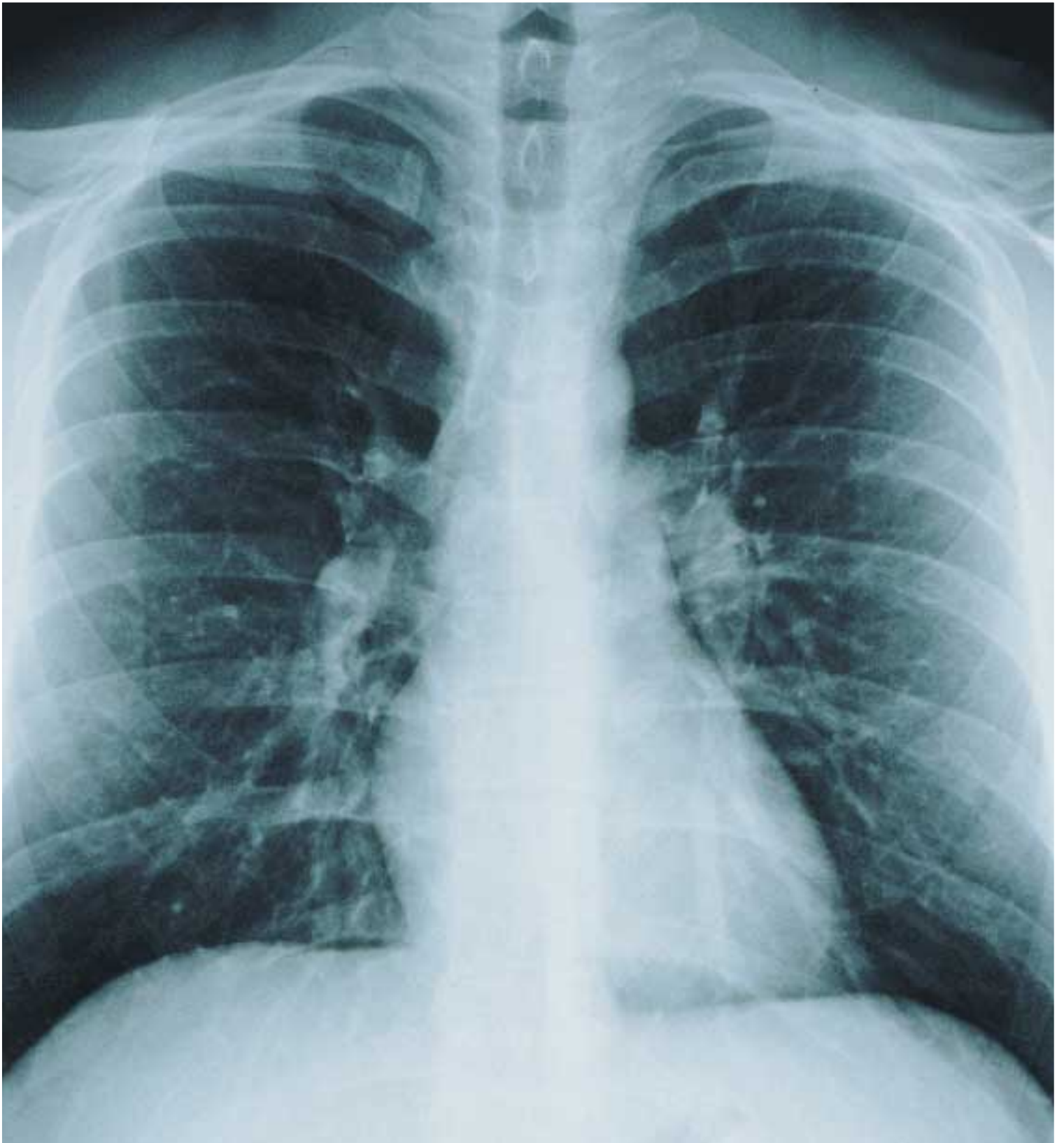
Como acontece também na Radiologia convencional, o TAC do aparelho digestivo requer uma limpeza do intestino e a posterior administração de um meio de contraste rico em bário, que se deposita nas paredes das vísceras ocas. Ao mesmo tempo, o meio de contraste serve para distender o intestino, o que permite a medição do seu diâmetro e espessura da parede. O TAC permite ainda avaliar a extensão de inflamações associadas por vezes a constrições ou dilatações do intestino, assim como a detecção de fístulas na sua parede.



O corte do TAC ao nível dos rins representa os órgãos saudáveis desta região.



Na parte inferior da cavidade abdominal destacam-se as pregas do intestino preenchidas com ar e com meio de contraste.



A Radiografia da caixa torácica reproduz o pulmão como fundo escuro sobre o qual se destacam unicamente os vasos ramificados e a estrutura aclarada do coração.

A plenos pulmões

A Radiografia de tórax constitui um dos mais frequentes exames da Radiologia. Particularmente durante os longos anos da luta contra a tuberculose, a Radiografia dos pulmões era um dos exames efectuados em série.

Geralmente, o doente encontra-se de pé e é efectuada uma Radiografia em postero-anterior e perfil, sob retenção da respiração. Além do pulmão e da pleura, a imagem representa as estruturas ósseas e o coração sob a forma de regiões aclaradas. Os dois lobos pulmonares preenchem a totalidade da cavidade torácica e apresentam-se como uma área escura, permeável à radiação. Dado que os brônquios e vasos com as suas finas ramificações não apresentam delimitações, o pulmão é seccionado em segmentos que subdividem o órgão de cima para baixo e do exterior para o interior. Os únicos vasos visíveis na Radiografia são aqueles que se ramificam lateralmente a partir dos vasos principais. Estes são tomados como pontos de orientação.

A intensidade da transparência do pulmão é um índice crucial no diagnóstico. Quando o pulmão contém mais ar, a permeabilidade em relação aos Raios-X aumenta, e a Radiografia apresenta um tom mais escuro. A redução do ar no pulmão reflecte-se num tom mais aclarado. Estas características permitem tirar conclusões relativas a possíveis alterações patológicas do pulmão. Particularmente no caso de fumadores, um enfisema causado por uma bronquite crónica resulta num aumento do tamanho do pulmão e na lesão do tecido pulmonar, o que por sua vez prejudica a irrigação sanguínea. Na Radiografia, este fenómeno é caracterizado pela diminuição das artérias pulmonares e um aumento geral da transparência do pulmão. Da mesma forma, segmentos de maior densidade apontam para a modificação dos alvéolos, como se verifica por exemplo no caso de edemas com a acumulação de líquido. O aumento da densidade também pode constituir um indício para a tuberculose ou para a existência de micoses. Áreas mais densas e de forte delimitação podem representar calcificações. Na maioria dos casos, porém, estas remetem para a presença de tumores malignos. Quando a complexidade do diagnóstico o exige, a técnica de corte do TAC fornece informações complementares.

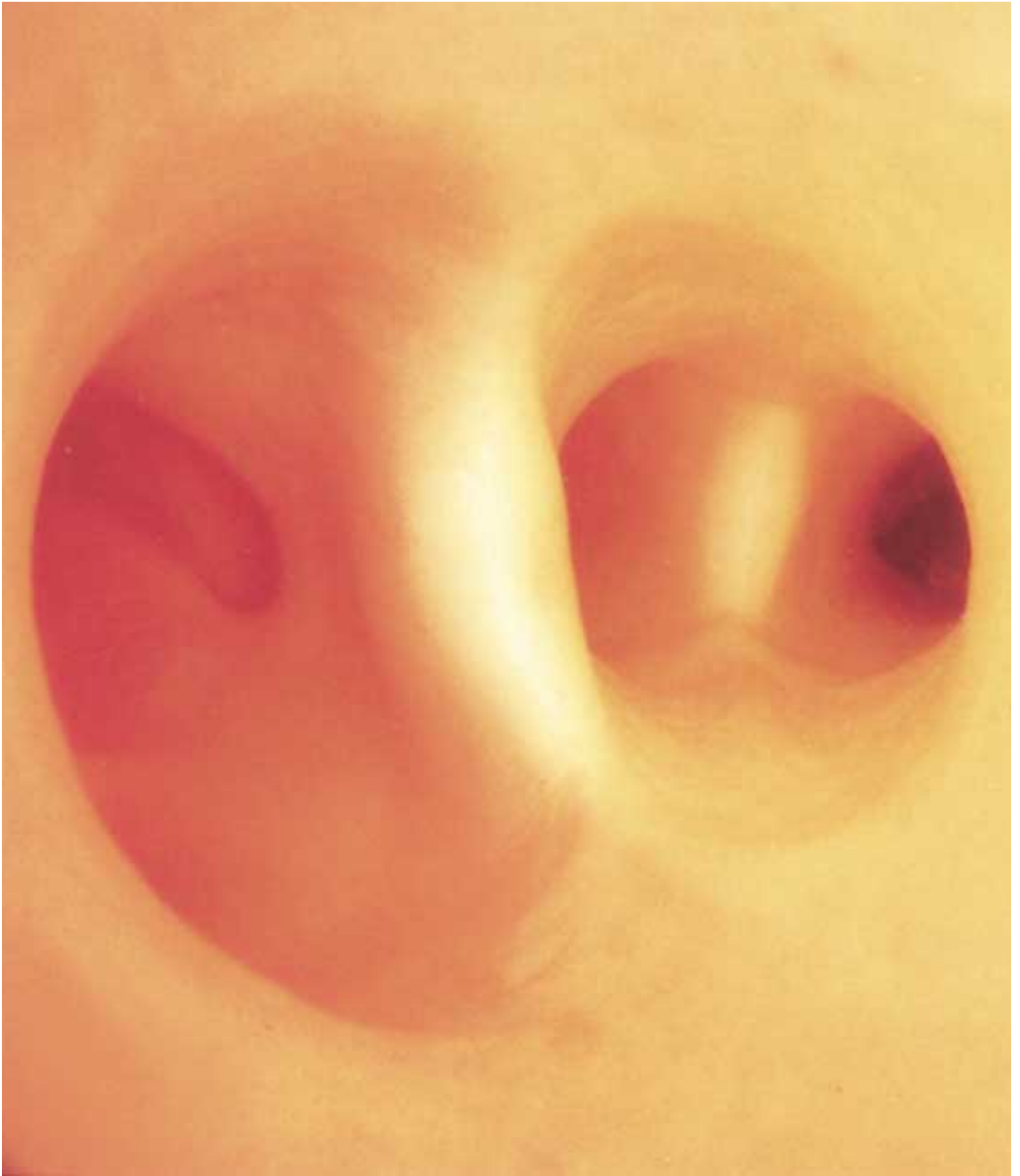
A Radiografia geral de todo o tórax exige uma radiação relativamente fraca em comparação com outros exames radiológicos, como por exemplo o Raio-X da coluna lombar. A utilização de chapas de reforço, assim como a representação digital, tem ajudado a diminuir o risco para o doente, melhorando, ao mesmo tempo, a qualidade da imagem.



O foco aclarado no lobo pulmonar direito indicia a presença de um tumor delimitado.



A dilatação dos alvéolos que caracteriza o enfisema pulmonar sobressai na Radiografia devido à maior transparência do tecido.



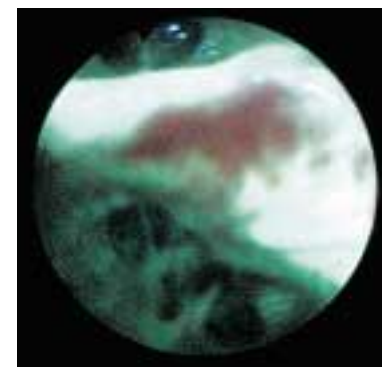
Com um endoscópio maleável, o fibroscópio, o médico pode penetrar os pulmões até às mais finas ramificações dos brônquios.

De cortar a respiração

A Broncoscopia, ou seja, o exame endoscópico das vias respiratórias, começou a ser utilizada no fim do século passado. Começou pela remoção de corpos estranhos através da introdução de dispositivos rígidos na traqueia. Hoje, o objectivo principal é o diagnóstico do cancro pulmonar que figura entre os tipos de cancro com maior incidência, e que continua a oferecer escassas perspectivas de sobrevivência. Também neste caso, a Broncoscopia tem a vantagem, sobre as técnicas de corte do TAC e da Ressonância Magnética, de permitir a extracção de amostras de tecido durante o exame, para serem posteriormente analisadas. Em geral, são utilizados endoscópios flexíveis com 6 mm de diâmetro, que podem ser virados para cima e para baixo, e que, para além do ocular e dos canais ópticos, contêm um canal que permite, por exemplo, a extracção de amostras através de uma pinça. Sob anestesia local, a ponta do endoscópio é introduzida na traqueia e levada para junto dos brônquios.

Para melhor poder diagnosticar a presença de tumores num estado precoce, os quais são difíceis de detectar mesmo durante a observação directa sob luz branca, a Broncoscopia também se serve dos chamados métodos de fluorescência. No local onde se suspeita a patologia, o tecido é iluminado com uma luz de excitação do espectro azul. Sob esta luz, o tecido saudável apresenta um tom esverdeado, enquanto que as regiões lesionadas aparecem em tons vermelho-acastanhados. Uma câmara de alta sensibilidade transforma esta fluorescência natural numa imagem perceptível pelo olho humano. A administração de uma substância fluorescente produz resultados semelhantes.

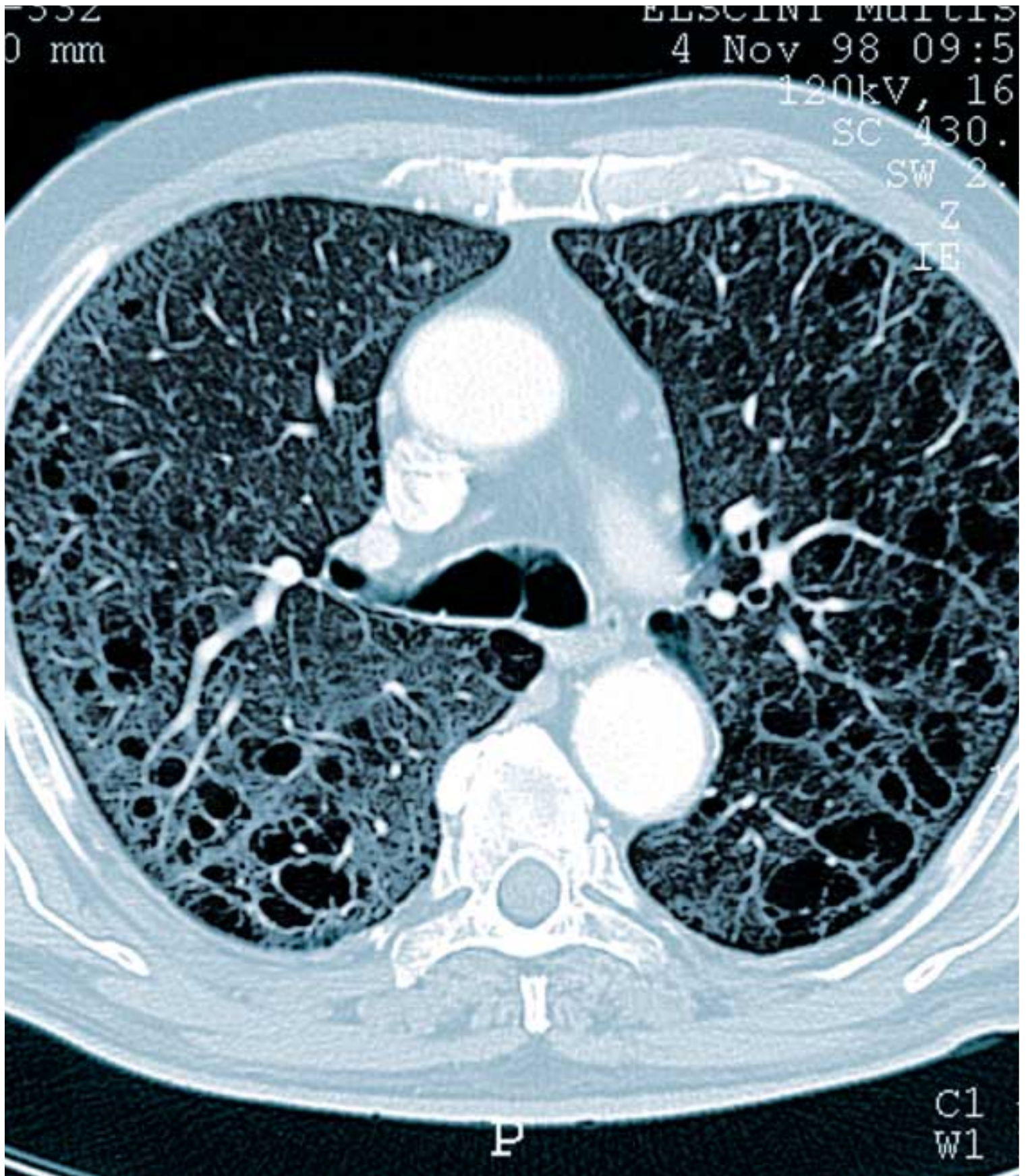
Uma técnica que possibilita a observação do interior das vias respiratórias assim como dos vasos sanguíneos, é a chamada Endoscopia Virtual. O TAC Helicoidal ao captar 150 a 200 imagens de corte consecutivas da cavidade torácica, serve como ponto de partida para uma reprodução »à posteriori« do sistema respiratório. Os dados assim colhidos, permitem uma representação tridimensional de todas as estruturas e a exploração do interior de vísceras ocultas no monitor, como por exemplo das vias respiratórias. Para além de oferecer grandes vantagens na área da formação médica, este método também é útil na preparação de uma intervenção cirúrgica.



O tecido alterado não é visível no exame endoscópico com luz branca. Sob a luz de estimulação azul, apresenta-se como uma área em tons vermelho-acastanhados.



Na Endoscopia Virtual, produzida a partir dos cortes do TAC Helicoidal, os tumores definem-se nitidamente.



Nos lobos pulmonares destacam-se as secções dos brônquios preenchidos com ar, representados por regiões circulares escuras, enquanto que os vasos são representados por uma estrutura interligada aclarada.

Maus ares

Como método complementar à Radiologia convencional da cavidade torácica, o TAC ocupa hoje um lugar importante. Produz imagens de alto contraste e livres de sobreposições, o que permite definir com mais exactidão a extensão e a estrutura de patologias com sintomas indefinidos.

Durante o exame, o doente é transportado através do aparelho com os braços elevados. O aparelho de Raios-X e os detectores circundam o corpo a alta velocidade, captando 40 a 50 imagens de corte em gradações de cinzento, com uma espessura entre 1 e 2 mm. O TAC Helicoidal e, ultimamente, o TAC Multiplanar, conseguem captar a área examinada mais rapidamente e sem intervalos. Dependendo do objectivo do diagnóstico, o médico pode isolar os ossos, os pulmões ou os tecidos moles em recortes designados »janelas«, através da indicação dos respectivos parâmetros. Os vasos podem ainda ser isolados através da injeção de um meio de contraste.

As imagens de TAC da cavidade torácica caracterizam-se pela presença dos dois lobos pulmonares delimitados exteriormente pelas costelas e tecido muscular. No interior destacam-se as vias respiratórias centrais como a traqueia, incluindo a sua ramificação para os dois brônquios principais. Estes apresentam-se em tons escuros, lado a lado com as estruturas claras dos grandes vasos e do coração. A todos os níveis definem-se secções de pequenos vasos que apresentam uma estrutura branca. Em altas resoluções, esta técnica permite observar vias respiratórias com 1 a 2 mm de diâmetro.

Uma das mais importantes indicações para a realização de um TAC da cavidade torácica é a detecção de tumores no pulmão, com o exame associado de gânglios linfáticos e a análises dos chamados »nódulos solitarios«. Quando se verificam alterações que apontam para tumores, procede-se à extracção de uma amostra de tecido que poderá fornecer mais respostas. Hoje existe ainda a possibilidade de remover presumíveis focos cancerosos de uma forma minimamente invasiva.



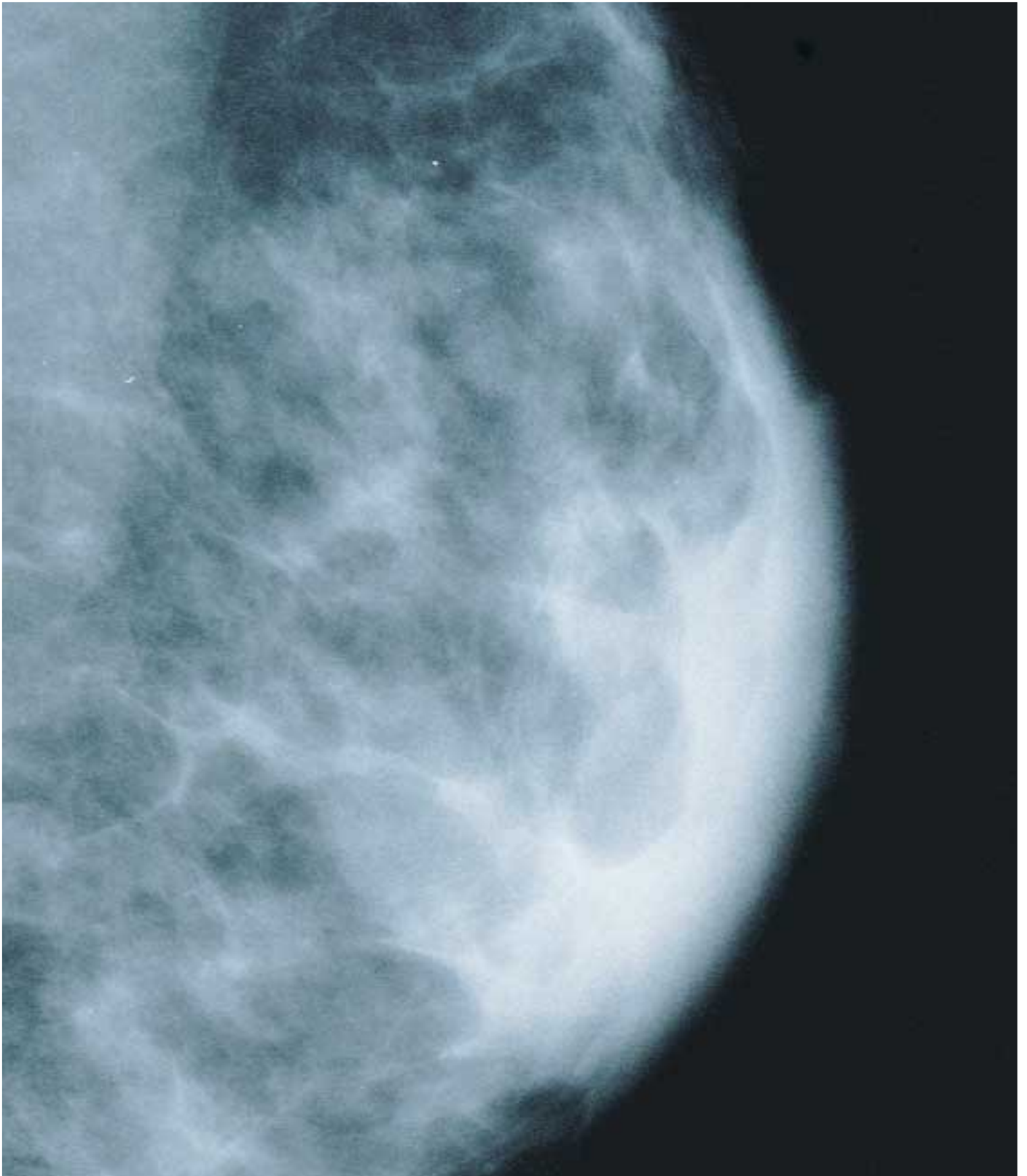
Na »janela de tecidos moles«, que realça o coração e os tecidos musculares, observam-se nos pulmões pequenas regiões aclaradas que apontam para uma patologia.



Na »janela pulmonar«, estas regiões revelam-se como sendo dilatações dos brônquios com muco, característica da mucoviscidose.



A reconstrução tridimensional representa de forma elucidativa a estrutura ramificada dos vasos pulmonares.



Na Radiografia da mama de uma mulher com 22 anos, a estrutura aclarada representa o denso tecido glandular, enquanto que as áreas escuras representam o tecido adiposo.

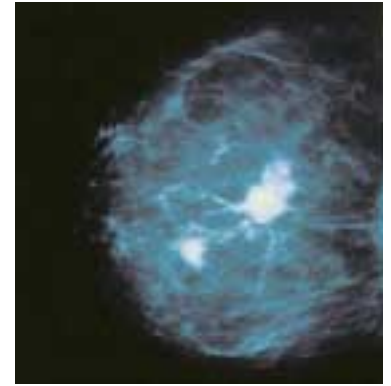
No fundo do peito

No exame da mama, são aplicados vários métodos de representação visual que se complementam. O objectivo prioritário do diagnóstico do seio é a detecção precoce do cancro da mama, que representa a forma de cancro mais frequente nas mulheres. Quando o cancro é detectado num estado precoce, as expectativas de cura aumentam substancialmente.

O exame mais importante é a Mamografia, em que o seio é radiografado e reproduzido numa película. Para otimizar a qualidade da imagem, o seio é comprimido durante a exposição. Dado que o seio consiste primordialmente de tecido glandular e adiposo, o tecido saudável revela-se na Mamografia como estrutura faviforme aclarada, bastante simétrica. Com o avançar da idade, devido à reestruturação hormonal, o seio apresenta uma estrutura mais irregular, e o tecido glandular acaba por ser substituído por tecido adiposo. Alterações de carácter benigno, tais como quistos, são representadas como manchas claras com contornos nítidos, enquanto que um tumor apresenta contornos mais irregulares.

Desde o princípio da década de 80, a Ecografia é utilizada como método complementar do diagnóstico do cancro da mama. Devido à ausência do risco da radiação para o tecido glandular, a Ecografia constitui método de diagnóstico particularmente importante para as mulheres até aos 30 anos de idade. Quando existe a suspeita de um tumor, a Ecografia ajuda a especificar os resultados da Mamografia. Ao deslizar sobre o peito com a sonda, é possível mover o tecido, e desta forma, diferenciar entre uma estrutura móvel, benigna, e um foco maligno, geralmente fixo. O método complementar de Doppler reproduz, em imagens coloridas, locais com um fluxo de sangue mais elevado, o que pode indicar uma alteração maligna.

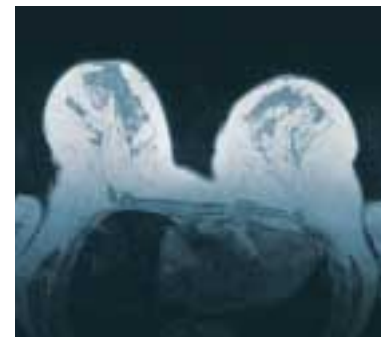
Depois da década de 80, o método mais recente a ser incluído no diagnóstico da mama foi a Ressonância Magnética, auxiliada por meios de contraste. O exame é feito em decúbito ventral para reduzir a ocorrência de interferências causadas pela respiração. Os cortes representam camadas de 2-4 mm de espessura, e revelam uma acumulação do meio de contraste em regiões onde se presume uma lesão.



Na Radiografia, uma aglomeração em tons claros com os chamados »raios« cancerosos que dela irradiam, aponta para um tumor.



A Ecografia da mama capta um quisto escuro, bem definido e um carcinoma de estrutura mais irregular do lado direito.



Na Ressonância Magnética da mama, o tecido adiposo é representado em tons mais claros, e o tecido glandular no interior em tons escurecidos.



Na imagem da Ecografia Obstétrica clássica, já se definem claramente os perfis de um par de gémeos na 22ª semana de gravidez.

Só para bebés

Desde os anos 80, em Portugal, a Ecografia do nascituro constitui parte dos exames rotineiros executados na gravidez. Apesar de terem sido feitas pesquisas exaustivas, não foi possível comprovar efeitos nocivos deste exame para o embrião. No entanto, para proteger a criança, e como estipulam as directivas estabelecidas para a protecção da maternidade, geralmente não são efectuados mais que três exames.

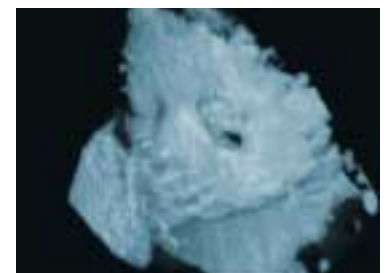
Este método permite observar a gravidez em todas as suas fases, começando pelo embrião na bolsa de água dentro do útero até ao feto desenvolvido. Através deste exame, os pais podem ver o filho dentro do ventre materno e obter a primeira fotografia, mesmo muito antes do nascimento. Apesar das vantagens da supervisão do crescimento do embrião através da Ecografia, não se deve esquecer que esta visão precoce do bebé pode causar problemas psicológicos aos pais. A maior parte das deformações detectáveis por meio da Ecografia não são corrigíveis, colocando os pais perante a difícil decisão de continuar ou interromper a gravidez.

O período compreendido entre a 18^a e a 22^a semana de gravidez é considerado a fase mais importante da Ecografia. Nesta fase, é possível determinar o tamanho do corpo em relação ao tempo de gravidez. Já se reconhecem nitidamente os contornos do crânio, o perfil da face, o desenvolvimento da coluna vertebral e as extremidades, para além de se poder avaliar o desenvolvimento de quase todos os órgãos. O método Doppler, que representa o fluxo de sangue num esquema colorido, contribuiu para o aumento considerável das possibilidades do diagnóstico ecográfico pré-natal. Particularmente, o exame dos vasos sanguíneos maternos que alimentam o útero, fornece informações importantes relativas à permuta de substâncias entre mãe e filho, permitindo verificar a alimentação do embrião.

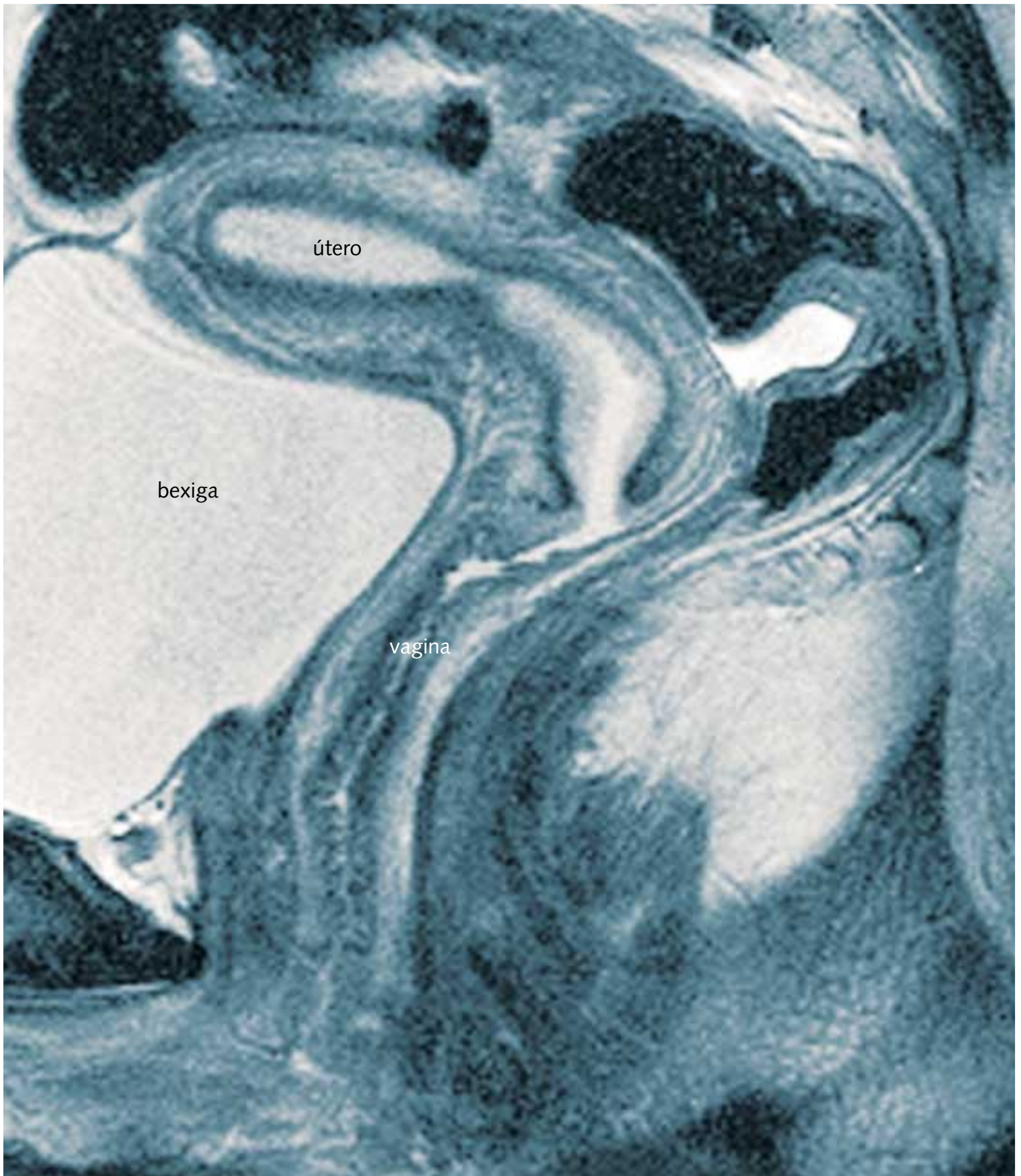
Recentemente, tornou-se possível produzir representações tridimensionais da criança, cuja autenticidade é particularmente impressionante. Ao contrário da técnica bi-dimensional da Ecografia, estas imagens tridimensionais permitem dividir o corpo em secções de qualquer plano, possibilitando a observação e medição dos órgãos. Estas imagens, porém, só podem ser produzidas posteriormente, pelo que se perde a vantagem particular da imagem animada da Ecografia clássica.



O método Doppler permite representar a cores o fluxo de sangue no corpo da criança, como aqui no caso do arco aórtico de um feto na 21^a semana de gravidez.



Reconstruções tridimensionais a partir dos cortes da Ecografia, revelam uma autenticidade surpreendente.



Na incidência de perfil, a Ressonância Magnética oferece uma imagem completa da anatomia dos órgãos genitais femininos.

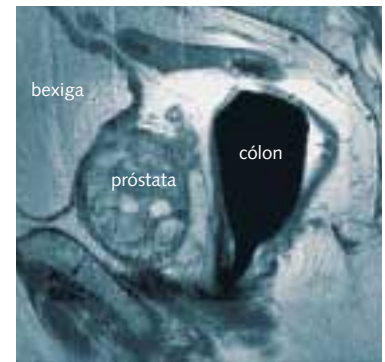
A pequena diferença

Os tomogramas de perfil da Ressonância Magnética oferecem excelentes condições para o estudo da anatomia dos órgãos genitais femininos e masculinos. O grande contraste dos tecidos moles obtido através deste método, fornece uma visão detalhada da estrutura interna e da localização de todas as variedades de tecido existentes nesta área.

Na mulher, define-se nitidamente, no interior do espaço delimitado pela estrutura óssea do púbis e do arco do cóccix, o canal vaginal, que ao ascender descreve uma ligeira curva, situado entre a bexiga aclarada e o cólon escurecido. O útero, cuja forma é semelhante a uma pêra, apresenta uma mucosa aclarada no interior, e no exterior está envolvido por uma espessa camada muscular. Ao longo do ciclo menstrual, a mucosa e músculo envolvente aumentam em espessura, atingindo a sua maior dimensão na segunda fase do ciclo, a partir da qual o útero volta a diminuir até começar a hemorragia da menstruação. Os ovários definem-se bem, caracterizando-se pela sua localização do lado esquerdo e direito na parede da bacia e pelos seus folículos. Antes da puberdade e após a menopausa, o útero e os ovários não estão desenvolvidos, tornando-se difícil detectá-los através da Ressonância Magnética.

O corte transversal dos órgãos genitais masculinos, representa os órgãos externos com o pénis e o escroto. Dependendo do método de representação seleccionado, a uretra e o canal deferente apresentam-se como estruturas alongadas, aclaradas ou escuras. No interior define-se a próstata, que tem o tamanho de uma castanha e é constituída por tecido glandular, e por cima da mesma, a bexiga.

No diagnóstico dos órgãos genitais femininos, a Ressonância Magnética é utilizada para comprovar deformações do útero, mas sobretudo a presença de quistos e tumores. No homem, este método ajuda a detectar deformações assim como o frequente carcinoma da bexiga, e sobretudo, doenças da próstata. O objectivo principal deste exame, complementado pela análise microscópica do tecido, é a detecção precoce do carcinoma da próstata.



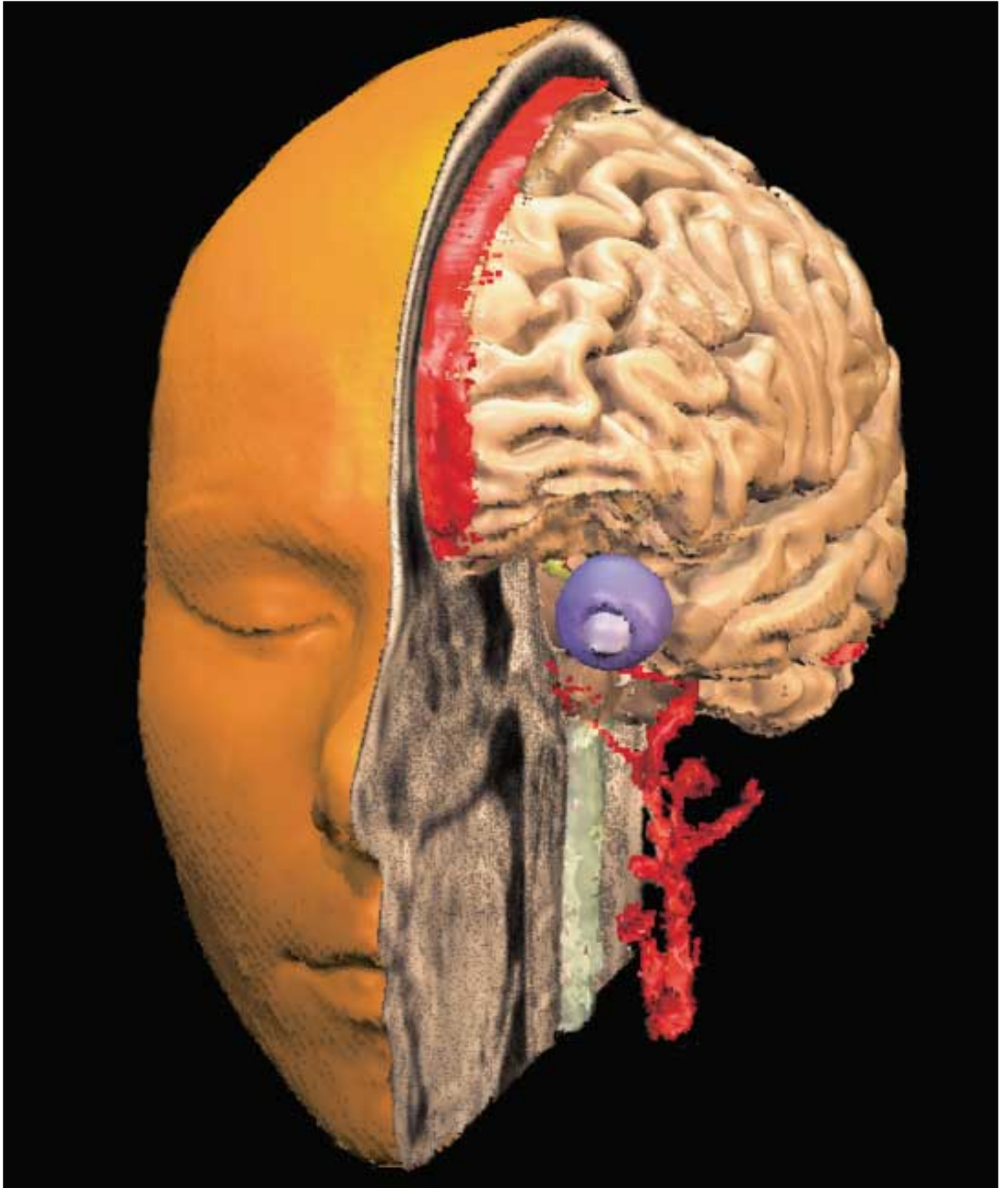
A próstata deste homem de 55 anos apresenta um tamanho aumentado de natureza benigna.



O corte longitudinal através da bacia feminina revela um quisto grande que contém sangue e que exerce pressão sobre o útero e a bexiga.



Também no corte transversal da bacia, os dois quistos que partem dos ovários estão representados por regiões aclaradas de grandes dimensões.



Em simulações produzidas por computador, reencontramo-nos «debaixo da pele» e mergulhamos nos órgãos do corpo humano (Voxel Man, Springer Verlag).

Articulações artificiais

Programas multimédia permitem ao médico e a qualquer utilizador não-especializado explorar áreas da medicina. Fotografias e imagens produzidas através de diferentes métodos de representação visual são complementadas por gráficos, filmes e modelos animados. Botões activos, denominados »Hyperlinks« permitem um »navegar« associativo pelos diferentes níveis do programa, dirigido pelos interesses individuais. Desta forma, é possível estudar a anatomia e as funções do corpo humano de acordo com os conhecimentos e interesses prévios. O utilizador ganha o acesso às informações a partir de um índice, percorrendo os diversos níveis e estruturas do modelo tridimensional até encontrar as informações relevantes. Longe de serem meras obras de consulta, estes programas oferecem um largo espectro de elementos interactivos que permitem, por exemplo, praticar o diagnóstico para determinadas doenças ou mesmo simular intervenções endoscópicas e cirúrgicas.

Representações tridimensionais rotativas e a possibilidade de seccionar ou remover determinadas estruturas, convidam a uma viagem virtual através do corpo. Para examinar um modelo como o »Voxel-Man« através de um »clique« do rato, o utilizador selecciona os objectos anatómicos, alterando assim a sua representação. Desta forma, é possível realçar ou eliminar certas áreas ou observá-las a partir de diferentes ângulos. Ao mesmo tempo, o utilizador pode aceder a informações adicionais referentes ao objecto seleccionado. A informação relativa à estrutura do modelo varia de acordo com o interesse do utilizador: por exemplo, em termos da estruturação anatómica do corpo, um elemento do cérebro é identificado como parte do occipício, enquanto em termos de função, o mesmo elemento seria classificado como parte do córtex visual.



Numa viagem à descoberta do corpo, a anatomia e função do organismo é explicada através de imagens e animações (O Milagre do Corpo Humano, Meyers Lexikonverlag).



Mais de 1000 Ecografias interactivas e sequências de vídeo da cavidade abdominal permitem um diagnóstico aprofundado (Sonografia Abdominal, Urban & Fischer).



No modelo interactivo tridimensional do coração, o primeiro exame ecografico pode ser preparado até ao mais pequeno detalhe (EchoExplorer, Urban & Fischer).

Agradecimentos

Na concepção temática desta exposição, contámos com o apoio valioso do Conselho Consultivo, ao qual gostaríamos de formular, desde já, os nossos melhores agradecimentos. Os especialistas do Hospital Grosshadern da Universidade Ludwig-Maximilians contribuíram substancialmente no desenvolvimento das áreas individuais de diagnóstico pelo que exprimimos a nossa especial gratidão.

Conselho Consultivo da Exposição

Prof. Dr. Maximilian Reiser Director do Serviço de Radiologia do Hospital Grosshadern, Universidade Ludwig-Maximilian de Munique

Prof. Dr. Klaus Hahn Director do Serviço Medicina Nuclear, Hospital Grosshadern, Universidade Ludwig-Maximilian de Munique

Prof. Dr. Hermann Hepp Director do Serviço de Ginecologia, Hospital Grosshadern, Universidade Ludwig-Maximilian de Munique

Prof. Dr. Michael Sackmann Serviço de Medicina 2, Hospital Grosshadern, Universidade Ludwig-Maximilian de Munique

PD Dr. Dr. Karl-Hans Englmeier Instituto de Pesquisa para o Ambiente e Saúde, Neuherberg

Prof. Dr. Karl-Heinz Höhne Director do Instituto de Matemática e Processamento de Dados em Medicina, Hospital Universitário de Eppendorf, Hamburg

Dr. Christoph Becker, Dr. Roland Brüning, PD Dr. Dr. Karl-Hans Englmeier, Prof. Klaus Hahn, Dr. Hubert Hautmann, Dr. Andreas Heuck, Dr. Petra Milz, Dr. Thomas Pfluger, Prof. Dr. Michael Sackmann, Dr. Jürgen Scheidler, Dr. Wolfgang v. Scheidt, Dr. Harald Sitttek, Dr. Dorothee Sprenger, Dr. Axel Stäbler, Dr. Alexander Strauss, Dr. Ulrike Szeimies, Prof. Dr. Alexander Tatsch, Dr. Tobias Waggershauser

Consultoria Científica

Dr. Pedro Magro, Médico Ortopedista, Hospital Dr. José de Almeida

Revisão Científica da Versão Portuguesa

Silvia Grasberger

Tradução

Neurónio

Locução

Agradecemos o apoio das seguintes empresas:

Siemens Medizinische Technik, Philips Medizin Systeme, Picker International GmbH, Olympus Optical Co. (Europa) GmbH, Sony Deutschland GmbH, Münchner Rückversicherungs-Gesellschaft, Sterling Diagnostic Imaging Deutschland GmbH, Strixner & Holzinger

Agradecemos a disponibilização de objectos e imagens às seguintes empresas:

KL Technik, Kretztechnik GmbH, Philips Medizin Systeme, Picker International GmbH, Olympus Optical Co. (Europa) GmbH, Schering AG, Siemens Medizinische Technik, Karl Storz GmbH & Co., Tomtec Imaging Systems GmbH

Durante séculos, a exploração da anatomia humana limitou-se à dissecação de cadáveres. A descoberta dos Raios-X marcou o início de uma nova era da medicina: pela primeira vez, tornou-se possível olhar para o interior do corpo sem o lesar. A introdução da tecnologia computadorizada nos anos 70 contribuiu significativamente para o alargamento do potencial da Imagiologia, trazendo consigo a possibilidade de elaborar Tomografias, ou seja, imagens de corte, de qualquer plano do organismo, assim como modelos tridimensionais cada vez mais pormenorizados, além da representação animada de processos funcionais do organismo. Esta exposição possibilita a familiarização com este tema num ambiente informal.

Sobre o fundo da aplicação prática dos métodos visuais, o seu objectivo prioritário é proporcionar ao visitante uma visão englobante das diferentes áreas de aplicação deste instrumental diagnóstico.