

TRANSPOSIÇÃO DAS GRANDES ARTÉRIAS. AVALIAÇÃO ECOCARDIOGRÁFICA

JULIENE DE SOUZA CARVALHO, LILIAN MARIA LOPES DE ARAUJO, AMANDA GUERRA DE MORAES, SÉRGIO CUNHA PONTES JR.

Considerada como uma das cardiopatias congênitas cianogênicas mais comumente encontradas no período neonatal^{1,2}, a transposição das grandes artérias (TGA) vem, desde há muito, suscitando o interesse de anatomistas, embriologistas, clínicos e cirurgiões. Todos se mostram cada vez mais entusiasmados no estudo de seus vários aspectos, não somente devido à frequência, como pelo fato de que intervenções precoces, uma vez feito o diagnóstico, permitem melhor sobrevida das crianças com esta patologia, até então limitada aos primeiros meses de vida.

Nos dias atuais, frente às novas opções de tratamento cirúrgico³⁻⁷, seu diagnóstico preciso tornou-se mais imperativo. É de primordial importância que se tente, tão logo haja suspeita diagnóstica de TGA, utilizar todos os meios de propedêutica clínica e armada para elucidar a patologia.

Destacando-se entre os métodos complementares de diagnóstico, como técnica não-invasiva, a ecocardiografia vem sendo utilizada na avaliação do neonato cianogênico. Enfocando fundamentalmente a morfologia e a inter-relação das estruturas cardíacas, o estudo ultrassônico auxilia de modo ímpar no diagnóstico das cardiopatias congênitas e em especial das complexas. Possibilita ainda ao angiocardiografista a orientação necessária ao estudo de uma patologia, senão totalmente elucidada, já algo definida. Evita desse modo a realização de um exame essencialmente especulativo, sem idéia prévia do que poderá ser visibilizado. Não se detendo somente na área diagnóstica, o estudo com o ultra-som pode ainda ser utilizado na avaliação pós-operatória imediata e na avaliação tardia do paciente, visto que poderá ser realizado inúmeras vezes sem risco.

Considerando-se o conceito atual de TGA baseado essencialmente nas conexões atrioventriculares e ventrículo-arteriais¹, percebe-se que essa visão da entidade é ampla, abrangendo várias posições relativas das grandes artérias entre si, assim como uma variedade de defeitos associados. A análise desses acha dos merece destaque, visto que a ecocardiografia investigará essencialmente essas alterações. Por esse motivo, será realizada uma breve revisão o sobre a anatomia da TGA, assim como sobre seus principais aspectos fisiopatológicos.

“Situs” - No que concerne à posição dos átrios e ventrículos, grande parte dos casos de TGA encontra-se normalmente em “situs solitus” e levocardia. Apesar disto, a TGA pode ainda apresentar-se em corações com anomalias de posições, incluindo “situs inversus”, com a ponta para a direita ou esquerda, qualquer que seja o “situs” atrial⁸.

Visão externa das grandes artérias - Classicamente, a relação externa das grandes artérias na TGA inclui uma aorta anteriorizada e à direita da artéria pulmonar (D-TGA), o que certamente constitui a maioria dos casos estudados^{1,9,10}. Entretanto, o termo DTGA não é estritamente sinônimo de transposição completa, visto que há casos descritos na literatura, com a aorta posterior em relação à artéria pulmonar^{11,12}. De forma semelhante às variações que podem ocorrer na relação ântero-posterior, a aorta localiza-se não somente à direita da artéria pulmonar, mas pode ter uma posição à esquerda dessa¹.

Morfologia infundibular - Em considerações iniciais, Van Praagh¹³ inclui na TGA apenas os casos que apresentavam cone subaórtico e ausência de cone pulmonar, inexistindo continuidade fibrótica mitro-aórtica, a qual cedia lugar à continuidade mitropulmonar. Embora essa seja a situação mais usual, outras características do infundíbulo podem estar presentes. O cone bilateral e a ausência de qualquer continuidade é incomum, assim como a inexistência dos dois cones, sendo ainda rara a ocorrência de somente cone subpulmonar, permitindo que a continuidade mitro-aórtica normal seja mantida^{1,11,12}.

Comunicações intercirculatórias - Os “shunts” entre os dois sistemas circulatórios, pulmonar e sistêmico, podem ocorrer em vários níveis, no coração com as grandes artérias transpostas^{1,9,10,14}, sendo que 60% dos casos apresentam o septo interventricular fechado⁸. A nível atrial, pode haver permeabilidade do forame oval ou mesmo uma comunicação interatrial verdadeira, geralmente do tipo “ostium secundum”^{1,14,15}. Na altura do septo ventricular, Anderson¹ considera que a comunicação do tipo infundibular muscular seja a mais comum. A mistura de sangue arterial e venoso pode ocorrer ainda a nível das grandes artérias, através de um canal arterial

permeável, presente em número significativo de casos de TGA⁹.

Obstrução ao trato de saída do ventrículo esquerdo (VE)

- A presença de estenose pulmonar, dificultando o fluxo na saída do VE, costuma ocorrer normalmente em associação à comunicação interventricular¹⁴. Nessa situação, a proeminência do septo infundibular no trato de saída do VE, estreitando-o, tem sido citada como a causa mais comum de estenose pulmonar¹. Os fatores estenosantes podem constituir uma obstrução fixa ou dinâmica. A primeira relaciona-se à presença de deformidade fibromuscular subpulmonar ou à ocorrência de uma membrana fibrosa a esse nível. O obstáculo dinâmico identifica-se como uma hipertrofia septal^{1,10}. A estenose pulmonar valvar, geralmente com unicúspide¹⁰ ou bicúspide⁹, costuma ser infrequente.

Fisiopatologia - A característica hemodinâmica fundamental na TGA é a existência de uma circulação que se faz em paralelo^{16,17}, diferindo essencialmente do coração normal, cuja circulação ocorre em série. Na discordância ventrículo-arterial, o sangue recircula através de dois grandes sistemas: o pulmonar e o sistêmico. Esse direcionamento sanguíneo é incompatível com a vida, uma vez que o sangue venoso retorna ao corpo através da aorta conectada ao ventrículo direito (VD) e o sangue arterial, através da artéria pulmonar que emerge do VE, é dirigido aos pulmões.

No período fetal, a presença de TGA não impede a sobrevivência, pois normalmente existem comunicações entre as duas circulações permitindo miscigenação sanguínea satisfatória. Entretanto, esta situação torna-se crítica ao nascimento, quando as comunicações habituais da vida fetal tendem ao fechamento. Sendo assim, a vida depende dos defeitos associados, pois para manter a saturação arterial sistêmica adequada, é necessário que existam locais de "shunt", permitindo fluxo eficaz.

A magnitude da mistura sanguínea entre as duas circulações depende não somente das dimensões dos orifícios intercirculatórios, seja a nível atrial, ventricular ou arterial, mas também está associada à presença ou não de obstáculos à ejeção ventricular, como ocorre na estenose pulmonar, valvar ou infundibular, ou ainda na hiper-resistência pulmonar¹⁸.

No período neonatal a resistência vascular pulmonar em crianças com TGA pode ser normal, mas o comportamento da vasculatura pulmonar tende a um desenvolvimento mais precoce de doença pulmonar obstrutiva, de forma mais acelerada e mais freqüente que em outras patologias¹⁷. Essa hiper-resistência pulmonar e a presença ou não de lesões associadas, influem acentuadamente na história natural da doença, alterando até certo ponto o prognóstico das crianças com TGA.

ESTUDO ECOCARDIOGRÁFICO

A utilização do ultra-som como método diagnóstico teve início em 1953 com os trabalhos pioneiros de

Hertz e Edler¹⁹, ao introduzirem a ecocardiografia unidimensional para a avaliação cardíaca. Esse método fornece elementos sobre a relação das diversas estruturas do coração, mas as informações são algo restritas, especialmente no campo das cardiopatias congênitas, em que a visão espacial é necessária, na maioria das vezes.

A partir de novos avanços tecnológicos, surgiu no final dos anos 60^{15,20,21}, com aplicação mais ampla na década de 70²², a ecocardiografia bidimensional. Sua avaliação planigráfica permitiu análise mais pormenorizada dos defeitos anatômicos e funcionais das malformações congênitas, mostrando-se em vários aspectos, de valor superior ao modo M.

Outras contribuições nesse campo têm surgido, como os estudos de Gramiak e col.²³ sobre a ecocardiografia contrastada, útil principalmente na detecção de "shunts" intracardíacos além de fornecer orientação mais segura a respeito das grandes artérias.

Apesar da existência de limitações individuais na utilização de cada um dos métodos não-invasivos, a ecocardiografia associada aos demais instrumentos diagnósticos disponíveis, como a eletrocardiografia e a radiologia é atualmente, exame de indiscutível valor diagnóstico e prognóstico em cardiologia pediátrica.

Ecocardiografia modo-M

Vários achados ecocardiográficos à avaliação unidimensional têm sido descritos, em pacientes com TGA. Alguns são de valor definitivo no diagnóstico da patologia, enquanto outros apenas a sugerem. Tem-se dado valor não somente à orientação diagnóstica do exame, mas também à avaliação de lesões associadas, estudo do desempenho ventricular e dados que forneçam informações a respeito da resistência vascular pulmonar.

Achados definitivos - Na posição paraesternal clássica, a valva aórtica normal é localizada através do direcionamento medial e cranial do feixe de ultra-som. Seus ecos, correspondentes às cúspides semilunares, posicionam-se mais posteriormente que a pulmonar, em relação ao feixe de ultra som. A valva pulmonar normal é obtida a partir da posição descrita, com angulação lateral do transdutor e é reconhecida por ocupar uma posição mais anterior em relação ao feixe, quando comparado à valva aórtica.

A localização não habitual da valva semilunar anterior e superior com angulação do transdutor para a direita, medialmente e para cima, com conseqüente posicionamento posterior e inferior da valva semilunar ao se dirigir o feixe para a esquerda, foi descrita por Gramiak²⁴, como elemento diagnóstico de TGA (Fig. 1). Esse achado, que corresponde às alterações anatômicas da D-TGA parece ser específico, uma vez que não foi encontrado em outras cardiopatias congênitas cianogênicas^{24,25}.

Para sua correta identificação não é suficiente a avaliação do registro ecocardiográfico, mas também o conhecimento da angulação do transdutor com o qual o traçado foi obtido.

Segundo Gramiak²⁴, não se consegue a identificação das grandes artérias pela movimentação das cúspides valvares, o que seria instrumento útil no diagnóstico de TGA. A identificação das valvas seria feita através do reconhecimento de um maior período de pré-ejeção (PPE) e menor tempo de ejeção (TE) para a valva que faz frente ao circuito sistêmico, com valores inversos para aquela que enfrenta a circulação pulmonar^{26,28}.

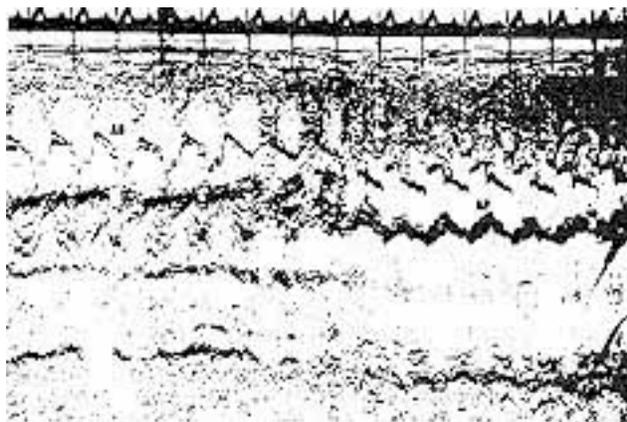


Fig. 1 - Ecocardiograma modo M. com o transdutor dirigido superiormente e para a direita, captam-se os ecos do vaso anterior - aorta (Ao). Angulando-se o feixe de ultra-som para a esquerda, observam-se os ecos do vaso posterior - artéria pulmonar (AP). Nota-se a presença do cone subaórtico (seta).

A medida dos intervalos, sistólicos de VD e VE, pode de certa forma sugerir o diagnóstico de TGA. Identificando o TE e o PPE, através do intervalo entre a abertura e o fechamento das semilunares e do intervalo entre a onda "Q" do eletrocardiograma e o início da abertura dessas valvas, respectivamente, Hirschfeld⁷⁹ observou que, em corações com as grandes artérias não transpostas, a relação TE(VE)/TE(VD) variava de 0,75 a 0,89 (média = 0,80) e, em corações com TGA, tal relação se alterava, com valores oscilando entre 1,10 e 1,33 (média = 1,22).

As resistências vasculares; dos circuitos sistêmico e pulmonar influenciam os respectivos TE e PPE dos ventrículos. O menor TE(VE), observado em corações normais, altera-se na TGA, com um maior valor para o PPE (VD) e menor para seu respectivo TE. Isto resulta da maior pós-carga a que o VD está submetido.

A tentativa de identificar as valvas aórticas e pulmonar por esses intervalos nem sempre se concretiza^{30,31}, uma vez que a superposição dos achados pode existir, como no período neonatal, na presença freqüente de elevada resistência vascular pulmonar³¹.

Achados sugestivos - Dillon, em 1973³², descreveu o achado das grandes artérias superpostas, registradas simultaneamente, sem interposição da crista supraventricular, associado ao registro simultâneo das valvas semilunares como sendo característico de TGA. Atribuiu isso ao fato de as grandes artérias não se cruzarem. Este autor não conseguiu reproduzir tal achado

em crianças normais nem naquelas com outras cardiopatias congênitas cianogênicas. Entretanto, outros trabalhos^{83,34} contestaram esse achado como específico de TGA, uma vez que a mesma observação pôde ser feita tanto em neonatos com corações normais, quanto em crianças cianóticas com concordância ventrículo-arterial.

Cita-se ainda que, na TGA, a porção supra-aval da artéria pulmonar, obtida através da varredura normal desde a mitral até a valva semilunar, com a finalidade de seguir a artéria pulmonar até onde possível, apresenta logo acima de local do desaparecimento dos ecos valvares, uma interrupção abrupta do eco linear correspondente à parede posterior da artéria pulmonar³⁵. Esse achado teria correlação com o trajeto descrito pela artéria pulmonar principal quando essa se curva para trás e não foi evidenciado ao tentar-se seguir a aorta, artéria normalmente em continuidade com a mitral, em crianças com os grandes vasos normalmente relacionados.

Avaliação dos defeitos associados

Obstrução do trato de saída do VE - A identificação ou não de obstrução a esse nível é de grande importância no manuseio e prognóstico dos pacientes com TGA³⁶ e vários achados ecocardiográficos têm sido descritos no reconhecimento desse defeito^{30,32,36,39}.

Boa correlação eco-angiográfica tem sido encontrada³⁷ em pacientes com essa anomalia associada. O método tem se mostrado útil não só em separar os casos não obstrutivos dos obstrutivos, como também, dentre os últimos, em identificar as obstruções dinâmicas das fixas.

Os principais achados ecocardiográficos na obstrução da via de saída do VE na TGA incluem: a) aproximação acentuada da valva mitral com o septo interventricular, durante a fase diastólica do ciclo cardíaco^{86,37,38,39}; b) menor diâmetro da artéria pulnar em relação à aorta 32.86; e) movimento anterior sistólico da valva mitral (MAS)⁸⁶; d) hipertrofia do septo interventricular, desproporcional em relação à da parede posterior do VE⁸⁶; e) movimentação anômala do septo interventricular para o interior do VE, que parece correlacionar-se ao MAS apresentado pela valva mitral³⁸; f) ecograma da valva pulmonar evidenciando o movimento de fechamento que ocorre na sístole precoce^{36,37}. Outro achado inclui a presença de um "flutter" sistólico observado na valva; g) área de estreitamento subvalvar pulmonar^{86,37}. A relação entre as medidas obtidas ao nível da via de saída do VE (VSVE) e o diâmetro da artéria pulmonar (AP), correlaciona-se com este estreitamento subpulmonar. A relação VSVE/AP mantém valores semelhantes quando não ocorre obstrução significativa ($0,77 \pm 0,12$) ou quando a obstrução é dinâmica. Entretanto, queda importante é observada nos casos em que o obstáculo se faz de maneira fixa ($0,44 \pm 0,10$).

No estudo realizado por Aziz e col.³⁷, não havia evidência de movimentos sistólicos anormais na mi-

tral e pulmonar nos pacientes que não apresentavam obstrução. Da mesma forma, o abaulamento septal na VSVE era discreto e não havia hipertrofia da parede posterior do VE, quando comparado ao grupo com obstrução. Neste, o MAS foi observado somente em presença de obstrução dinâmica, onde o abaulamento septal era bem mais proeminente. A parede posterior hipertrofiada encontrava-se principalmente nos casos com obstrução fixa. As vibrações sistólicas da valva pulmonar ocorriam como um “flutter” grosseiro, ou de alta frequência, nas obstruções dinâmicas, ou fixas, respectivamente.

Comunicação interventricular - A presença de uma grande CIV pode ser suspeitada ao demonstrar-se uma “falha” na inscrição de ecos septais, em determinada região do mesmo, à medida que se faz a varredura mitropulmonar^{37,40}. Esse dado é apenas sugestivo desse defeito associado e algumas vezes pode ser percebido na TGA.

Anomalias das valvas atrioventriculares - A avaliação de anormalidades presentes nessas valvas é um ponto importante no estudo ecocardiográfico, da TGA, não só como indicativo de severidade, mas também como orientação ao tratamento cirúrgico. Essas anomalias incluem o “straddling” e o “malattachment” das valvas. Definido como sendo o deslocamento do ângulo valvar em relação ao septo interventricular, com seu conseqüente cavalgamento e implantação anormal do aparelho valvar no ventrículo contralateral, no septo ou em músculos papilares, o “straddling” difere do “malattachment” porque nesse último não ocorre cavalgamento significativo do ânulo valvar⁴¹.

As alterações da valva tricúspide encontram-se mais freqüentemente associadas à TGA do que às da valva mitral^{40,41}. O “straddling” da tricúspide ocorre conjuntamente com cavidade ventricular direita hipoplásica. O “malattachment” ocorre em associação a um VD de dimensões adequadas⁴¹.

O ecocardiograma modo M visibilizado em casos de “straddling” tricúspide pode revelar um ventrículo anterior hipertrofiado mas hipoplásico, além de mostrar alterações diretas sobre a valva. Uma varredura realizada a partir do vaso posterior em direção ao VE é necessária para que as seguintes observações sejam feitas^{40,41}: a) nota-se a presença da mitral e parte da tricúspide (usualmente seu folheto septal), localizado no VE, posteriormente à superfície septal esquerda, quer em sístole ou diástole. Esse é um achado definitivo, desde que se consiga um bom registro do septo interventricular, o que pode ser extremamente difícil devido à hipoplasia do VD⁴⁰; b) ao fazer-se a varredura em direção à cavidade ventricular esquerda, os ecos correspondentes a ambas; as valvas atrioventriculares evidenciam-se sem a interposição do septo. A tricúspide acha-se posterior ao septo e anterior à mitral, chegando inclusive a se tocarem durante o período diastólico. Descrições quanto ao “malattachment” do aparelho valvar tricúspide são

evidenciadas principalmente através de achados obtidos pela ecocardiografia bidimensional^{40,41}.

Avaliação dos ventrículos e leito pulmonar

Tentativas para conseguir-se uma avaliação satisfatória não-invasiva em relação às repercussões no circuito vascular pulmonar, baseiam-se principalmente na análise dos intervalos sistólicos, medidos através da ecocardiografia unidimensional, que se caracteriza por excelente resolução temporal.

Boa correlação tem sido obtida com a relação PPE/TE, que se mostra fiel na avaliação da circulação pulmonar, havendo melhor correspondência com a pressão diastólica de artéria pulmonar^{43,44}. Valores de PPE/TE menores que 0,30 associam-se à pressão diastólica de artéria pulmonar menor que 25mmHg, resistência vascular pulmonar menor que 3 unidades e pressão arterial média menor que 35 mmHg⁴⁴.

A técnica estende-se de forma favorável à análise, da reversibilidade ou não de alterações vasculares quando se interpreta a relação PPE/TE em meio com oxigênio ambiente, ou rico em oxigênio.

Além dos dados relativos aos intervalos sistólicos, Park³⁸ observou relação linear entre os diâmetros diastólicos de VE e VD (DDVE/DDVD) medidos ecocardiograficamente e os picos das pressões sistólicas de VE e VD (PVE/PVD). Essa relação linear, com alto grau de correlação, permitiria uma estimativa indireta da relação entre as pressões dos 2 ventrículos útil na avaliação do estado do leito pulmonar em pacientes com TGA.

A função do VD - Os efeitos das alterações nos circuitos vasculares, a que estão submetidos VD e VE na TGA, são observados ecocardiograficamente através de um aumento do PPE (VD) e menor TE (VD). Para Hirschfield²⁹, o maior PPE resulta da maior pós-carga que o VD enfrenta, podendo também ser conseqüência de disfunção miocárdica. Fouron⁴⁵ entretanto, em estudo mais específico sobre o PPE conclui que não se pode deduzir disfunção miocárdica a partir do achado de maior PPE(VD). O tempo de ejeção do VD na TGA normalmente diminui com o decréscimo da função ventricular. Entretanto, observa-se melhor correlação entre a relação PPE/TE e a fração de ejeção do VD⁴⁶.

Valor do estudo ecocardiográfico modo M na TGA

O uso da ecocardiografia modo M na avaliação da TGA ilustra as vantagens e as desvantagens da própria técnica. A mesma tem mostrado bons resultados no que diz respeito à anatomia intracardíaca, mas perde seu valor na avaliação das conexões ventrículo-arteriais, nas quais se baseia o diagnóstico⁴⁷.

A análise das valvas mitral e tricúspide, assim como a movimentação e espessura do septo interventricular são feitas de modo satisfatório. O mesmo não é observado na avaliação da CIV ou PCA. o julgamento das posições arteriais é um tanto arbitrário, pois se baseia na apresentação anômala mais comum

das grandes artérias na TGA, embora variações possam existir. Além disso, somente o registro dos vasos não é suficiente para identificar seu posicionamento. Necessita-se conhecer o direcionamento do feixe ultra-sônico no momento do exame.

Segundo Bass ⁴⁷, a técnica ecocardiográfica modo M adiciona muita informação em cerca de 80% das crianças com TGA, sem expô-las a risco ou desconforto. Mas isso requer experiência e tempo. Embora o modo M possa sugerir o diagnóstico de TGA, este se baseia principalmente nos achados da ecocardiografia bidimensional ³⁰.

Ecocardiografia bidimensional

A ecocardiografia bidimensional permite o diagnóstico mais preciso de cardiopatias congênitas, principalmente por possibilitar uma exata avaliação estrutural. Assim, tornou-se mais precisa a determinação da relação das diversas estruturas cardíacas entre si e, em particular, a avaliação das grandes artérias.

É essencial que se planeje uma pesquisa ecocardiográfica o mais completa possível, que abranja desde a análise do “situs” víscero-atrial até o estudo pormenorizado das conexões atrioventriculares e ventrículo-arteriais. É aconselhável, dessa forma, uma avaliação seqüencial, para que não se percam informações fundamentais na estruturação do diagnóstico final.

Na utilização da ecocardiografia bidimensional para diagnóstico de crianças com TGA, os diversos autores têm utilizado sobretudo as posições paraesternais e, mais recentemente, a visão subcostal, que fornece elementos de grande valor na confirmação da patologia.

Posição subcostal - A posição subcostal tem tido, atualmente, ampla aceitação no estudo dos congênitos, por ser de muito valor na determinação do “situs” e das conexões ventrículo-arteriais ^{49,50}.

Visão da veia cava inferior (VCI) e átrios. Nesse corte, mediante o estudo das veias hepáticas, VCI e sua desembocadura no átrio direito ⁵¹, é possível a determinação do “situs” víscero-atrial, de valor relevante em cardiopatias congênitas, uma vez que o malposicionamento do coração, freqüentemente se acompanha de cardiopatias. Na TGA, embora o “situs solitus” seja a regra, não se pode excluir sua presença na vigência de anomalias de posição ⁸.

Visão de quatro câmaras - Essa projeção é particularmente apropriada para o exame de crianças pequenas, onde a imagem das quatro câmaras cardíacas permite que os septos interatrial e interventricular possam ser mais bem avaliados que nas projeções paraesternais ^{49,51}. Em relação ao septo interatrial, esse corte apresenta maior sensibilidade na identificação da CIA verdadeira, que além de identificá-la, localiza-a adequadamente como sendo do tipo “ostium primum ou secundum”.

A avaliação do septo interatrial é ainda fundamental, nos casos em que se indica a atrioseptostomia por meio do balão de Rashkind, podendo a efetividade do

procedimento ser verificada a cada fase, na própria sala de hemodinâmica ³⁰. Essa manobra produz como que uma “fenda valvulada” para o lado esquerdo do septo, podendo então ser avaliado o exato grau e localização da CIA neoformada, a cada batimento cardíaco ⁵².

Ainda com o auxílio desse corte, seguimos na avaliação das anormalidades das valvas átrio-ventriculares e septo interventricular. A presença do “straddling” ou “malattachment” valvar pode ser estudada com muito mais propriedade nesta projeção. Esses defeitos podem ser identificados pela visibilização de uma grande CIV e deslocamento ou não do ânulo valvar sobre o ventrículo contralateral, no “straddling” ou “malattachment”, respectivamente. O “straddling” normalmente associa-se a um ventrículo direito de dimensões reduzidas, normalmente um terço daquelas encontradas para o VE4n.

Eixo maior dos ventrículos - Partindo-se do eixo maior do VE, observa-se que a aorta, normalmente conectada a esse ventrículo, se prolonga sem apresentar ramificação. Caso haja TGA, o vaso que se liga a esse ventrículo posterior, logo se bifurca, sendo identificado como a artéria pulmonar (Fig. 2). A junção dessa com a artéria pulmonar direita encontra-se à direita da aorta ascendente, permitindo melhor visibilização do ramo direito. De forma contrária, em corações não transpostos, essa junção acha-se à esquerda da aorta, com parte do ramo direito obscurecida pela mesmas ⁵⁸.



Fig. 2 - Ecocardiografia bidimensional, posição subcostal. Evidencia-se o tronco pulmonar (TP) com seus ramos direito (D) e esquerdo (E), o qual origina-se do ventrículo esquerdo (VE). Observa-se ainda as cavidades direitas (AD e VD).

Ainda em eixo longitudinal do VE, pode-se estudar a via de saída do VE com ênfase para estruturas localizadas na área subvalvar, como uma membrana, por exemplo ⁵².

Quando se visibiliza o eixo maior do VD, a artéria que se segue à via de saída do VD é habitualmente identificada por sua pronta bifurcação e parece terminar como a artéria pulmonar esquerda ou o remanescente do canal arterial. Entretanto, se houver

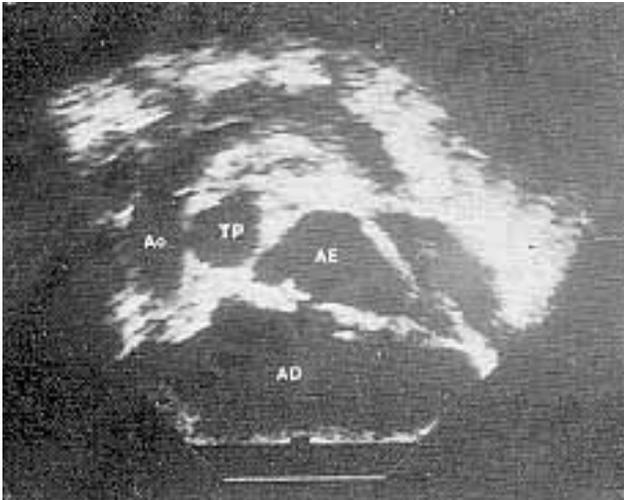


Fig. 3 - Ecocardiograma bidimensional, posição subcostal. Presença da aorta (Ao) em eixo maior, anteriorizada em relação ao septo atrial (D-posição da aorta). O tronco pulmonar (TP) acha-se atrás da raiz da aorta, em situação paralela à mesma.

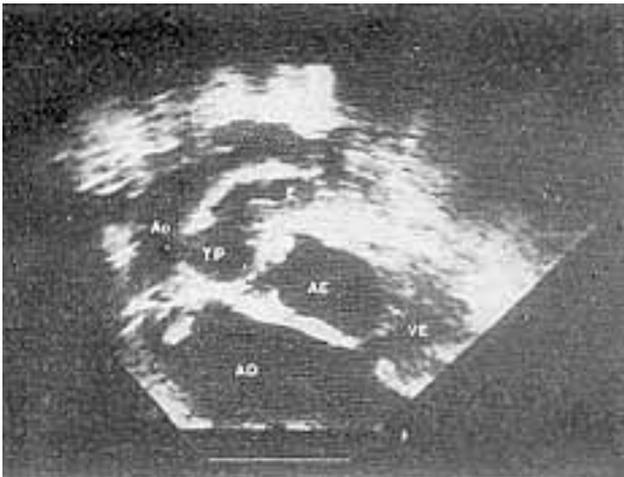


Fig. 4 - Modificando-se um pouco a inclinação do transdutor em relação à posição da figura anterior, distingue-se o ramo pulmonar esquerdo (E), o plano da valva mitral e parte da cavidade do ventrículo esquerdo (VE).

discordância ventrículo-arterial, o vaso que se origina do VD será a aorta ascendente, que se apresenta como tendo continuidade com o arco aórtico (Fig. 3-4-5). É de interesse ressaltar que a presença de um grande canal arterial pode simular a presença da aorta anterior que ocorre nos casos de TGA. Isso se deve à falsa continuidade entre a artéria pulmonar principal, canal e aorta descendente, que pode ocorrer com as grandes artérias normalmente relacionadas⁵⁰.

Posição paraesternal - As imagens do coração em eixo longitudinal (maior) ou transversal (menor)⁵¹, fornecem elementos de utilidade ao diagnóstico de TGA, permitindo avaliar ainda, alguns dos defeitos que freqüentemente se associam à anomalia.

Eixo maior - Observa-se nesse plano, quanto à posição das grandes artérias, que os dois vasos da base, quando normalmente conectados, mantêm relação espiral e, nesse corte, é possível a visibilização dos dois ventrículos e do vaso posterior conectado



Fig. 5 - Com uma inclinação adicional à posição anterior, vê-se a origem da aorta (Ao) da cavidade ventricular direita (VD), corte transversal da valva tricúspide (VT) e septo ventricular.

ao VE. Nos pacientes com TGA, a aorta e a artéria pulmonar encontram-se em situação paralela, podendo identificar-se simultaneamente os tratos de saída do VD e VE^{25,42,53,54}, assim como ambas as valvas semilunares⁵⁸. A utilização dessa projeção pode revelar ainda uma única artéria, mesmo em corações transpostos, caso os dois vasos e mantenham lado a lado^{35,55}.

O simples reconhecimento ecocardiográfico das grandes artérias paralelas, em seu nível valvar, no eixo maior, não permite a definição do diagnóstico, já que é necessária a identificação dos dois troncos arteriais, através de seu trajeto supra-avalvar (croça da aorta e ramificações da artéria pulmonar) e posterior detecção das conexões ventrículo-arteriais. Em 1977, Houston⁸⁵ e posteriormente outros autores^{25,30,31,53}, partindo da posição paraesternal para o eixo longitudinal do VE, passaram a identificar a porção supra-avalvar da grande artéria que tem origem no VE, através de uma inclinação superior do transdutor. Observaram que, na TGA, a artéria que nasce do VE se volta abruptamente em direção posterior, quase logo após o registro de sua respectiva valva semilunar. Tal achado permitiu a esses autores deduzir ser esse vaso a artéria pulmonar, uma vez que contrasta com corações normais, em que a aorta, conectada ao VE, apresenta um longo curso superior retroesternal. Além de individualizar a artéria pulmonar, puderam identificar que, na TGA, o vaso que se origina do VD é o que apresenta esse trajeto superior, o que corresponde à aorta.

Outra avaliação de interesse é a relacionada ao estudo das continuidades anatômicas. Esse corte possibilita boa visão do septo interventricular anterior e a análise de sua continuidade normal com a parede anterior do vaso situado posteriormente, assim como da continuidade mitral-valva semilunar posterior⁴⁹.

A identificação das continuidades na TGA^{42,48,53}, vem somente confirmar dados anatômicos do tipo

mais freqüente de disposição conal. Além disso, auxilia na exclusão diagnóstica de outras cardiopatias congênitas, como a dupla via de saída do ventrículo direito, que não raramente se coloca como diagnóstico diferencial.

A obstrução do trato de saída do VE(EP), achado freqüente em pacientes com TGA, motivou inúmeros estudos para seu reconhecimento ao modo M, não apresentando entretanto a literatura ecocardiográfica bidimensional, a variedade de trabalhos descritos em relação ao unidimensional. Apesar disso, não é difícil sua detecção. A presença de obstáculo subvalvar pulmonar é vista diretamente pela análise minuciosa do trato de saída do VE e é identificada pelo estreitamento uniforme da via de saída, ou pela presença de determinadas estruturas fixas, que prejudicam a ejeção ventricular normal. A membrana é reconhecida como um eco linear ou uma massa de ecos distintos no trato de saída. Além disso, pode exibir uma movimentação, a qual é prontamente apreciada ao ecocardiograma bidimensional⁴². Uma obstrução dinâmica pode também ser avaliada pela observação de um movimento em relação ao transdutor, do folheto anterior da valva mitral, que se aproxima do septo interventricular, obliterando em graus variáveis a via de saída do VE. Por sua vez, a estenose valvar é observada pelo aspecto característico em cúpula, na sístole, que assume a valva semilunar.

A comunicação interventricular também se associa com freqüência à TGA. Sua identificação ao modo M, entretanto, nem sempre é confiável, o que torna a ecocardiografia bidimensional muito útil não só em identificá-la diretamente, como também para avaliar sua exata localização⁴². O defeito é visto como uma área consistente e clara de “falha” na inscrição de ecos septais, sendo que a maioria das CIV anteriores pode ser bem visibilizada nas projeções em eixo maior^{42,53}. Já um pequeno defeito muscular pode não ser detectado. Quando localizada posteriormente, a CIV é melhor analisada na visão apical de quatro câmaras. Alguns pacientes que apresentam CIV de localização mais alta podem mostrar certo grau de cavalgamento da artéria pulmonar. Apesar dessa observação, a conexão VE-AP da TGA, é mantida, bem como a continuidade mitro-pulmonar^{42,53}.

Embora a posição paraesternal não seja a ideal para o estudo das anomalias das valvas atrioventriculares, algumas observações têm sido descritas⁴². Os achados assemelham-se àqueles vistos na posição subcostal, podendo também ser analisados em área paraesternal, porém com menor sensibilidade de detecção.

Eixo menor - Com a habitual angulação do transdutor feita para visibilizar as grandes artérias em corte transversal⁵¹, em pacientes normais, pode-se não obter uma boa imagem das mesmas, se estiverem transpostas. Nesse caso, é necessário que o transdutor seja orientado um pouco mais perpendicularmente ao esterno^{55,57}, a fim de se identificar a aorta e a artéria pulmonar de forma mais adequada.

A visão em eixo menor, que normalmente se obtém ao nível da origem dos vasos da base quando os mesmos se cruzam, corresponde à visibilização da aorta, centralmente, como sendo um espaço circular. A via de saída do VD e a artéria pulmonar aparecem como uma estrutura alongada “sausage-shaped”, curvando-se anteriormente à aorta, dirigindo-se da direita para a esquerda. Esse padrão, encontrado em pessoas normais, cede lugar, na TGA, à imagem de “dois círculos” adjacentes^{25,30,31,35,42,48,56,58} contendo ecos lineares centrais diastólicos, correspondentes às cúspides valvares^{35,48,55,59}. A explicação destas imagens é consequência da disposição anatômica das grandes artérias e trato de saída dos 2 ventrículos.

O modo mais freqüente de se apresentarem na TGA corresponde à visibilização do vaso anterior, que se presume seja a aorta, à direita da artéria pulmonar localizada posteriormente. Entretanto, podem ainda manter uma relação diretamente ântero-posterior e, nessas duas disposições das grandes artérias, o corte transversal mostra bem sua má posição. Mais raramente, quando a aorta anterior se encontra à esquerda da artéria pulmonar posterior, essa imagem é observada de forma menos consistente. Nessa orientação, a aorta e o trato de saída do VD aparecem ao redor do vaso posterior, assemelhando-se às grandes artérias normalmente relacionadas. Nessa última situação, se utiliza apenas o eixo menor, o diagnóstico de TGA pode não ser efetuado^{53,54}.

Para uma avaliação mais precisa da anatomia da aorta e da artéria pulmonar, o ecocardiograma bidimensional, não é suficiente a observação dos planos valvares, mas é essencial que se proceda à identificação das grandes artérias ao longo de seu trajeto separadamente. Para tanto, com uma angulação discretamente mais cefálica do transdutor, é possível visibilizar o curso desses vasos e individualizar a artéria pulmonar através de sua ramificação^{30,35,48,57}. À medida que se faz essa inclinação superior, os ecos lineares correspondentes às cúspides do vaso posterior vão se perdendo e percebem-se aqueles correspondentes à valva anterior, indicando sua posição mais alta (Ao). O vaso posterior parece dar lugar a um espaço livre de ecos, alongado, atrás do vaso anterior e considerado como a bifurcação da artéria pulmonar principal⁴⁸. Embora a porção do arco aórtico curve-se também posteriormente, ela o faz em nível mais cefálico e é de difícil registro partindo-se da parede torácica anterior⁵⁷.

Considerando a relação espacial entre o septo e as grandes artérias, podemos constatar, nos indivíduos normais, que a aorta se localiza posteriormente e à esquerda do septo interventricular, e o trato de saída do VD cursa da direita para a esquerda, anterior e à direita do septo. Na TGA, a aorta está anterior em relação à superfície septal direita, enquanto que a artéria pulmonar se acha posteriormente à sua superfície esquerda. Com a finalidade de obter a relação entre o septo e as grandes artérias, identifican-

do as conexões ventrículo-arteriais, Henry e col.⁵⁷ descreveram uma técnica, posteriormente utilizada por Kotler e col.⁴² que, embora útil, nem sempre é prática. Obtêm-se imagens em eixo menor, gravadas em "video-tape", ao nível da base do septo interventricular e da origem das grandes artérias. A seguir, repassa-se o filme até se conseguir um quadro em fim de diástole (uma vez que em sístole, devido ao fato de a aorta mover-se anteriormente, pode-se produzir uma falsa idéia de cavalgamento). Com o filme ao nível do septo, utiliza-se um plástico transparente para delinear as superfícies direita e esquerda do mesmo. Superpõe-se, por fim, esse traçado, ao obtido ao nível das grandes artérias, determinando-se então suas relações.

Posição apical e supra-esternal - Essas duas posições são menos empregadas para pesquisar a TGA. Na posição apical podem-se avaliar principalmente as valvas atrioventriculares, os septos intracardíacos e as dimensões das quatro cavidades simultaneamente. A posição supra-esternal estuda principalmente o arco aórtico^{49,51}.

Em visão apical, o "straddling" da tricúspide é também identificado, observando-se os mesmos dados já avaliados na posição subcostal. De forma semelhante, pode-se também observar um "malattachment" tricúspide⁴¹.

O ecocardiograma bidimensional complementa os achados do modo M e não simplesmente o substitui. Tem valor inestimável pela visualização direta das grandes artérias e sua identificação através das ramificações, dos troncos arteriais, bem como pelas informações sobre as conexões ventrículo-arteriais. Apesar disso, a maioria das alterações descritas, também se baseia na apresentação anatômica da DTGA, que, embora mais freqüente, não é única. Sofre limitações ainda no que concerne à orientação relativa das estruturas em relação ao feixe de ultra-som.

Ecocardiografia contrastada

Desde os estudos de Gramiak²³ em 1969, tem-se demonstrado a utilidade da ecocardiografia contrastada na avaliação de cardiopatias congênitas complexas⁶⁰, embora seja particularmente útil e de grande valor clínico no estudo das conexões ventrículo-arteriais, principalmente através da posição supra-esternal.

Na presença de TGA, a aorta, conectada ao lado direito, se opacifica mais intensa e persistentemente^{30,60,62} que a artéria pulmonar, pois é necessário que haja curto-circuito bidirecional para haver sobrevivência. Por outro lado, se uma grande CIV está presente, permitindo que haja boa mistura entre o lado direito e esquerdo, ambas as artérias podem opacificar-se de forma semelhante⁶².

A presença de um canal arterial provoca alterações que são características de sua associação com TGA. Ocorre intensificação sistólica da opacificação da aorta e diastólica da artéria pulmonar.

Em pacientes com persistência do padrão de circulação fetal, que apresentam grandes "shunts" da direita para a esquerda a nível atrial, tem-se observado também maior enchimento da aorta, de forma semelhante à TGA³⁰.

A inclusão dessa metodologia aumenta a sensibilidade para detectar-se a TGA, uma vez que quase sempre é possível identificar as grandes artérias.

CONCLUSÕES

Em cardiopatias congênitas de modo geral e, em particular na TGA, informações importantes podem ser obtidas pela análise detalhada de cada uma das modalidades ecocardiográficas, seja o modo M, o bidimensional, ou a técnica contrastada.

Cada uma possui peculiaridades que a torna única e a limita em determinados aspectos. Entretanto, é preciso que se tenha em mente não só as particularidades anatômicas que caracterizam a TGA, como também o real reconhecimento do exato valor de cada achado ecocardiográfico, para uma correta apreciação das informações obtidas. O amplo conhecimento da patologia e da técnica ecocardiográfica, permite uma avaliação o mais completa possível, uma interpretação adequada dos dados, evitando-se com isso diagnósticos falso-positivos ou falso-negativos.

Embora se questione sobre a utilidade e validade de sua realização em pacientes que indubitavelmente serão submetidos ao cateterismo, é inadmissível que, sendo disponível, não se realize o exame ecocardiográfico. É necessário que o paciente seja agredido o mínimo possível e, muitas vezes, suas condições gerais são tão precárias que até mesmo um estudo cineangiográfico pode precipitar o óbito. Para tanto, um perfeito planejamento do exame invasivo torna-se necessário, analisando-se quais as projeções ideais para seu estudo, evitando-se com isso o uso desnecessário e agressivo de material contrastante e o excesso de manipulação cirúrgica do paciente.

De forma semelhante, o ecocardiograma também se mostra útil ao excluir a possibilidade de determinadas cardiopatias nas crianças que se apresentam com cianose não-cardíaca, evitando-se eventual exame invasivo.

REFERÊNCIAS

1. Anderson, R. H.; Becker, A. E. - Morphology in Pediatric Cardiology. Churchill Livingstone, Edinburgh, 181.
2. Rowe, R. D.; Mehri, A. - The neonate with congenital heart disease. W.B. Saunders, Philadelphia, 1968.
3. Blalock A.-; Hanlon, C. - The surgical treatment of aorta and pulmonary artery. Gynec. Obstet., 90: 1, 1950.
4. Rashkind, W. J.; Miller, W. W. - Creation of an atrial septal defect without thoracotomy: palliative approach to complete TGA. JAMA, 196: 991, 1966.
5. Senning, A. - Surgical correction of transposition of the great vessels. Surgery, 45: 966, 1959.
6. Mustard, N. T. - Successful two stage correction of transposition of the great vessels. Surgery. 55: 469, 1964.

7. Jatene, A. D.; Pontes, V. F.; Paulista, P. P.; Souza, L. C. B.; Neger, F.; Galantier, M.; Sousa, J. E. M. R. - Successful anatomic correction of transposition of the great vessels. A preliminary report. *Arq. Bras. Cardiol.* 28: 461, 1975.
8. Medeiros, S.º, J. H. - *Radiologia do Coração*. 1.ºed. Sarvier, São Paulo, 1980.
9. Elliot, L. P.; Neufeld, H. N.; Anderson, R. C.; Adams, P.; Edwards, J. E. - Complete transposition of the great vessels. I. An anatomic study of sixty cases. *Circulation*, 27: 1105, 1963.
10. Perloff, J. K. - *The Clinical Recognition of Congenital Heart Disease*. 2.ed. W.B. Saunders Company, Philadelphia.
11. Van Praagh, R.; Pérez-Treviño, C.; López-Cuellar, M.; Baker, F. W.; Zuberbuhler, J. R.; Quero, M.; Pérez, V. M.; Moreno, F.; Van Praagh, S. - Transposition of the great arteries with posterior aorta, anterior pulmonary artery, subpulmonary conus and fibrous continuity between aortic and atrioventricular valves. *Am. J. Cardiol.* 28: 621, 1971.
12. Wilkinson, J. L.; Arnold, R.; Anderson, R. H.; Acerete, F. - "Posterior" transposition reconsidered. *Br. Heart J.* 37: 757, 1975.
13. Van Praagh, R.; Van Praagh, S. - Isolated ventricular inversion. A consideration of the morphogenesis, definition and diagnosis of nontransposed and transposed great arteries. *Am. J. Cardiol.* 17: 395, 1966.
14. Limena, J.; Cullum, L.; Belloc, N. B. - Natural history of transposition of the great arteries. *Circulation*. 40: 237, 1969.
15. Ebina, T.; Oka, S.; Tanaka, M.; Kosaka, S.; Terasawa, Y.; Unno, K.; Kiluchi, Y.; Uchida, R. - The ultrasonotomography for the heart and great vessels in living human subjects by means of the ultrasonic reflection technique. *Jpn. Heart J.* 8: 331, 1957.
16. Hastreiter, A. R.; Van Der Horst, R. L. - Hemodynamics of neonatal cyanotic heart disease. *Crit. Care Med.* 5: 23, 1977.
17. Paul, M. H. - D-transposition of the great arteries. In: *Heart Disease in Infants, Children and Adolescents*. 2.ed. Williams and Wilkins Company, Baltimore. 1977.
18. Shinebourne, E. A.; Macartney, F. J.; Anderson, R. H. - Sequential chamber localization-logical approach to diagnosis in congenital heart disease. *Br. Heart J.* 38: 327, 1976.
19. Feigenbaum, H. - *Echocardiography*, 2nd ed. Lea & Febiger, Philadelphia, 1976.
20. Ashberg, A. - Ultrasonic cinematography of the living heart. *Ultrasonic*, 6: 113, 1967.
21. Somer, J. C. - Electronic sector scanning for ultrasonic diagnosis. *Ultrasonics*, 6: 153, 1968.
22. Bom, N.; Lancée, C. T.; Honkoop, J.; Hugenholtz, P. G. - Ultrasonic viewer for cross-sectional analyses of moving cardiac structures. *Biomed. Eng.* 6: 500, 1971.
23. Gramiak, R.; Shah, P. M.; Kramer, D. H. - Ultrasound cardiography contrast studies in anatomy and function. *Radiology*, 92: 939, 1969.
24. Gramiak, R.; Chung, K. J.; Nanda, N.; Manning, J. - Echocardiographic diagnosis of transposition of the great vessels. *Radiology*, 106, 187, 1973.
25. Rey, C.; Velkovski, Y.; Amaoudov, N.; Dupuis, C. - Étude comparée de l'échocardiographie uni et bidimensionnelle pour le diagnostic de la transposition des gros vaisseaux sans sténose pulmonaire. A propos de 40 cas. *Arch. Mal. Couer.* 51: 547, 1981.
26. Solinger, R.; Elbl, F.; Minhas, K. - Echocardiographic features of the great vessels in the normal neonate and in complete transposition (abstr). *Clin. Res.* 21: 106, 1973.
27. Solitiger, R.; Elbl, F.; Minhas, K. - Deductive echocardiographic analysis in infants with congenital heart disease. *Circulation*, 50: 1072, 1974.
28. Meyer, R. A.; Schwartz, D. C.; Covitz, W.; Kaplan, S. - Echocardiographic assessment of cardiac malposition. *Am. J. Cardiol.* 33: 896, 1974.
29. Hirschfeld, S.; Meyer, R.; Schwartz, D. C.; Korfhagen, J.; Kaplan, S. - Measurement of right and left ventricular systolic time intervals by echocardiography. *Circulation*, 51: 304, 1975.
30. Goldberg, S. J.; Allen, H. D.; Sahn, D. J. - *Conotruncal Abnormalities in Pediatric & Adolescent Echocardiography*. 2nd ed. Year Book Medical Publishers. Chicago, 1980.
31. Kelley, M. J.; Jafel, C. C.; Shoom, S. M.; Kleinman, C. S. - A radiographic and echocardiographic approach to cyanotic congenital heart disease. *Radiol. Clin. Nort Am.* 18: 411, 1980.
32. Dillon, J. C.; Feigenbaum, H.; Konecke, L. L.; Keutel, J.; Hurwitz, R. A.; Davis, R. H.; Chang, S. - Echocardiographic manifestations of d-transposition of the great vessels. *Am. J. Cardiol.* 32: 74, 1974.
33. Glaser, J. - Echocardiography in d-transposition of the great vessels. *Am. J. Cardiol.* 33: 321, 1974.
34. Laird, W. L.; Shleton, S. L. - Simultaneous echocardiographic recording of the semilunar valves in patients with normally related great arteries. *Radiology*, 118: 397, 1976.
35. Houston, A. B.; Gregory, N. L.; Coleman, E. N. - Echocardiographic identification of aorta and main pulmonary artery in complete transposition. *Br. Heart J.* 40: 377, 1978.
36. Nanda, N. C.; Gramiak, R.; Manning, J. A.; Lipchik, E. O. - Echocardiographic features of subpulmonic obstruction in dextrotransposition of the great vessels. *Circulation*. 51: 515, 1975.
37. Aziz, K. U.; Paul, M. H.; Muster, A. J. - Echocardiographic assessment of left ventricular outflow tract in d-transposition of the great arteries. *Am. J. Cardiol.* 41: 543, 1978.
38. Park, S. C.; Neches, W. H.; Zuberbuhler, J. R.; Mathews, R. A.; Lenox, C. C.; Fricker, F. J. - Echocardiographic and hemodynamic correlation in transposition of the great arteries. *Circulation*, 57: 291, 1978.
39. Williams, R. G. - Echocardiographic features of left ventricular outflow obstruction in transposition of the great arteries (abstr.). *Pediatr. Res.* 8: 355, 1974.
40. Williams, R. G.; Tucker, C. R. - *Echocardiographic Diagnosis of Congenital Heart Disease*. 1st. Ed. Little, Brown and Company, Boston, 1977.
41. Aziz, K. U.; Paul, M. H.; Muster, A. J.; Idriss, F. S. - Positional abnormalities of atrioventricular valves in transposition of the great arteries including double outlet right ventricle, atrioventricular valve straddling and malattachment. *Am. J. Cardiol.* 44: 1135, 1979.
42. Kotler, M. N.; Mintz, G. S.; Parry, W. R.; Segal, B. L. - Two dimensional echocardiography in congenital heart disease. *Am. J. Cardiol.* 18: 1237, 1980.
43. Gutgesell, H. P. - Echocardiographic estimation of pulmonary artery pressure in transposition of the great arteries. *Circulation*, 57: 1151, 1978.
44. Hirschfeld, S.; Meyer, R.; Schwartz, D. C.; Korfhagen, J.; Kaplan, S. - The echocardiographic assessment of pulmonary artery pressure and pulmonary vascular resistance. *Circulation*, 52: 642, 1975.
45. Fouron, J. C.; Vallot, F.; Bourlon, F.; Lombaert, M.; Ducharme, G.; Davignon, A. - Isovolumic contraction time of right ventricle in d-transposition of great arteries. *Br. Heart J.* 44: 204, 1980.
46. Alpert, B. S.; Bloom, K. R.; Olley, P. M.; Trusler, G. A.; Williams, C. M.; Rowe, R. - Echocardiographic evaluation of right ventricular function in complete transposition of the great arteries: Angiographic correlates. *Am. J. Cardiol.* 44: 270, 1979.
47. Bass, N. M.; Roche, A. H. G.; Brandt, P. W. T.; Neutze, J. M. - Echocardiography in assessment of infants with complete transposition of great arteries. *Dr. Heart J.* 40: 1165, 1978.
48. Houstoun, A. B.; Gregory, N. L.; Coleman, E. N. - Twodimensional sector scanner echocardiography in cyanotic congenital heart disease. *Br. Heart J.* 39: 1076, 1977.
49. Tajik, A. J.; Seward, J. B.; Hagler, D. J.; Mair, D. D.; Lie, J. T. - Two-dimensional real-time ultrasonic imaging of the heart and great vessels. Technique, image orientation, structure identification, and validation. *Mayo Clin. Proc.* 53: 271, 1978.
50. Bierman, F. Z.; Williams, R. G. - Prospective diagnosis of d-transposition of the great arteries in neonates by subxiphoid, two-dimensional echocardiography. *Circulation*, 60: 1496, 1979.
51. Pontes, Jr., S. C.; Gizzi, J. C.; Souza, J. E. M. R. - *Ecocardiografia*. Parte IV. *Ecocardiografia Bidimensional - Metodologia e utilização*. *Arq. Bras. Cardiol.* 33: 373, 1979.

52. Lange, L. W.; Sahn, D. J.; Allen, H. D.; Goldberg, S. J. - Subxiphoid cross-sectional echocardiography in infants and children with congenital heart disease. *Circulation*, 59: 513, 1979.
53. Hagler, D. J.; Tajik, A.J.; Seward, J. B.; Mair, D. D.; Ritter, D. G. - Wide-angle two dimensional echocardiographic profiles of conotruncal abnormalities. *Mayo Clin. Proc.* 55: 73, 1980.
54. King, D. L.; Steeg, C. N.; Ellis, K. - Demonstration of transposition of the great arteries by cardiac ultrasonography. *Radiology*, 107: 181, 1973.
55. Henry, W. L.; Maron, B. J.; Griffith, J. M.; Redwood, D.R.; Epstein, S. E. - Differential diagnosis of anomalies of the great arteries by real-time two-dimensional echocardiography. *Circulation*, 51: 283, 1975.
56. Sahn, D. J.; Henry, W. L.; Allen, H. D.; Griffith, J. M.; Goldberg, S. J. - The comparative utilities of real-time cross sectional echocardiographic imaging systems for the diagnosis of complex congenital heart disease. *Am. J. Med.* 63: 50, 1977.
57. Henry, W. L.; Maron, B. J.; Griffith, J. M. - Cross-sectional echocardiography in the diagnosis of congenital heart disease. Identification of the relation of the ventricle and great arteries. *Circulation*, 56: 267, 1977.
58. Henry, W. L.; Maron, B. J.; Griffith, J. M.; Epstein, S. E. - The differential diagnosis of anomalies of the great vessels by real-time, two-dimensional echocardiography (abstr.). *Am. J. Cardiol.* 33: 143, 1974.
59. Maron, B. J.; Henry, W. L.; Griffith, J. M.; Freedom, R. M.; Kelly, D. T.; Epstein, S. E. - Identification of congenital malformations of the great arteries in infants by real-time two-dimensional echocardiography. *Circulation*, 52: 671, 1975.
60. Nanda, N. C. - Contrast echocardiography. In *Progress in Cardiology* (8). Lea & Febiger, Philadelphia, 1978.
61. Hunter, S. - Contrast echocardiography and the M-mode technique in infants and children. In *Pediatric Cardiology*. Churchill Livingstone, Edinburgh, 1981.
62. Mortera, C.; Hunter, S.; Tynan, M. - Diagnosis of ventriculo-arterial discordance (transposition of the great arteries) by contrast echocardiography. *Br. Heart J.* 39: 844, 1977.