

学位論文内容の要旨

論文提出者氏名	論文審査担当者
可児弘行	主査 教授 榎 林 勇 副査 教授 勝 間 田 敬 弘 副査 教授 北 浦 泰 副査 教授 玉 井 浩 副査 教授 富 士 原 彰
主論文題名 Usefulness of Multidetector-row Computed Tomography (MD-CT) for Diagnosis and Evaluation of Cardiovascular Anomalies in Infants (小児心血管奇形におけるマルチスライスCTの有用性)	
学位論文内容の要旨	
<p>《目的》</p> <p>小児心血管奇形の診断は心臓超音波検査、血管造影検査にて行われるのが一般的であるが、血管造影検査が困難な場合や心臓超音波検査で観察困難な領域に対して、CTが有用な情報を与えることが少なくない。ただ、電子ビームCTでの有用性の報告はあるものの、従来のCTでは時間分解能に限界があり、拍動する心臓に利用は困難であった。また、小児心血管奇形においては呼吸停止ができないことや、心拍数が多いなど悪条件があり良好な画像を得ることが困難であるため有用性の報告は少ない。近年、マルチスライスCT(以下MD-CTと略す)の登場により、超高速撮像、広範囲撮像、高分解能ボリュームデータの収集が可能となり、3次元画像の高画質化と臨床的有用性が著しく向上した。小児領域においても良好なCT血管画像や多断面再構成画像などの三次元画像が得られるようになり、小児循環器疾患領域においてCT診断の有用性が期待されている。今回、小児心血管奇形におけるMD-CTを用いたCT診断能、血管径の計測と被曝線量を評価しその有用性を検討した。</p> <p>《対象と方法》</p> <p>対象は、2001年1月から2003年5月までに心血管奇形にて造影MD-CT検査を行った21症例、34回。内訳はFallow四徴症5症例、大動脈縮窄症6症例、動脈管開存3症例、肺静脈狭窄症、肺動脈狭窄、心房中隔欠損、心内膜床欠損、pulmonary sling、Fontan術後、Jatene術後、各1症例の合計21症例(生後3日から12歳)である。使用装置は東芝社製Aquilionでcolimation 2 mm, helical pitch 3で撮影し3次元画像ワークステーション(Zio社製M900MAXIM)にて3次元画像を作成した。造影方法はヨード濃度300mg/mlの造影剤、体重×1.5(ml)を手圧または自動注入器にて2ml/秒で注入し15sec後または注入終了直後より撮影を開始した。Fallow四徴症2症例、大動脈縮窄症4症例、肺動脈狭窄症1症例、動脈管開存1症例、心房中隔欠損症1症例に対し血管造影も施行した。</p> <p>検討方法</p> <p>1. 診断能の検討</p> <p>MD-CTで先天性心疾患の病態が、どの程度診断可能であるかをretrospectiveに検討した。対象</p>	

は手術または血管造影、エコーなどの検査で確定診断がなされた 19 症例。各症例の CT 画像を、臨床情報を知らされていない 2 名の放射線科医が読影し、合議の上診断した。診断は通常の横断像に加え、CT 血管画像や多断面再構成画像といった 3 次元画像を作成し、ワークステーション上で任意の方向から観察することで行った。この CT 診断の結果と確定診断の結果を対比し、各病態についてその感度、特異度を評価した。評価にあたって心臓外病変と心臓内病変にわけてその診断能を検討した。

2. 計測値の精度の検討

CT 画像上で計測した大動脈および肺動脈の径を、血管造影で計測された径と対比し、その精度を評価した。大動脈の評価は、大動脈造影が施行され、血管径の測定された、大動脈縮窄症 4 患者、計 5 検査で行った。計測は大動脈の狭窄部と横隔膜レベルの正常下行大動脈で 1 ないし 2 方向で行われており、計 22 部位である。

肺動脈の評価は、肺動脈造影が施行され、左右の肺動脈本幹の血管径が計測された 7 患者で、計 14 カ所である。

CT 上の血管径の計測は、まず血管造影が行われた方向と同一断面の多断面再構成画像を CT の撮影データより作成した。その画像上で、血管造影で測定された部位と対応する部位を、ワークステーションの計測機能を使用して行った。この測定値と血管造影での測定値の相関を、スピアマン順位相関係数検定を用い、危険率 5% で検定した。

3. 被曝線量の検討

検査時の被曝線量を CT 装置より算出できる dose-length product (DLP) を用いて測定した。実効線量への変換は変換係数 (0.0190 mSv/mGy·cm) を使用した。

《結果》

1. 診断能の検討

心臓外病変のうち、大動脈縮窄症、肺動脈の異常(肺動脈狭窄、肺動脈低形成、肺静脈狭窄、肺動脈拡張)は全例で診断可能であった。動脈管開存症は 4 例で診断可能であったが、偽陰性例が 2 例、偽陽性例が 1 例という結果であった。末梢肺動脈狭窄は全例で診断可能であったが偽陽性を 2 例認めた。

心臓内病変は大動脈騎乗は全例で診断可能で両大血管右室起始症も診断可能であった。しかし心室中隔欠損、心房中隔欠損、心内膜床欠損等の心臓中隔の異常は心室中隔欠損で 1 例診断し得たのみであった。

まとめると心臓外病変は 25 病変のうち 23 病変が診断できたが心臓内病変は 15 病変のうち 6 病変しか診断できなかった。

2. 計測値の精度の検討

大動脈の計測において MD-CT 上の計測結果と血管造影上の計測結果の相関係数は $r=0.97$ 、 $P<0.01$ であった。肺動脈の相関係数は $r=0.95$ 、 $P<0.01$ でありともに強い相関が認められた。

3. 被曝線量についての検討

MD-CT の被曝線量は DLP で $269.2 \pm 102.2 \text{mGy} \cdot \text{cm}$ であり、実効線量で $5.1 \pm 1.9 \text{mSV}$ であった。

《考察》

MD-CT の診断能について、大動脈縮窄症においては画像診断の意義は、診断はもちろんであるが、治療方針の決定に重要な狭窄の範囲や程度を正確に評価することにある。今回の検討で、MD-CT の診断能は感度、特異度とも 100% であり、血管の径も血管造影と同程度の評価が可能であった。管前型においては、血管造影より多くの情報を得ることができ、術後再狭窄や治療後の評価も可能であった。以上のことから、MD-CT は本症の診断およびその経過観察において極めて有用であり、血管造影に十分代わりうる検査法であると考えられた。

動脈管開存症も感度は 66% と比較的良好な成績であった。しかし 2 例で偽陰性、1 例で偽陽性を認めた。偽陰性例の原因は、径が非常に小さかったものと、比較的大きな動脈管であったが、肺動脈と大動脈が密着していたため指摘困難な例であった。一方、偽陽性の 1 例は、大動脈の拍動によるアーチファクトを動脈管と誤って診断してしまった症例であった。これらについては心電同期撮像といった技術

を併用することで、改善の余地があると考えられる。以上より、本症においてもMD-CTは有用な検査ではあるが、その限界も存在することを考慮し、必要に応じて血管造影にて確認する必要があるものと考えられる。

肺動脈においても、その分岐状態や狭窄、拡張といった病態を高率かつ血管造影と同程度の精度をもって、病態を診断することが可能であった。肺動脈狭窄において偽陽性例が2症例存在した。ところが、血管造影像では狭窄は描出されていなかったが実際にはいずれの症例も血管内圧の測定で圧格差が認められており、狭窄の存在が示唆されていた。血管造影は撮影する方向が限られており、二次元画像であるからどうしても死角が生まれるという欠点がある。そのため、この偽陽性症例の狭窄部分が正確に評価できなかった可能性が充分にあると考えられた。一方MD-CTを用いた3次元画像は任意の方向から観察することが可能で、血管造影では不可能な頭側からの観察ができる。そのため、実際にはMD-CTの方が正確な病態を描出していたと考えられた。

フォロー四徴症の診断におけるMD-CTの役割は必ずしも高くはないと考えられた。すなわち、肺動脈狭窄のうち、弁上狭窄は評価できるものの弁部狭窄や弁下狭窄は評価困難であり、心室中隔欠損もほとんどの例で指摘は困難であった。唯一、大動脈騎乗のみはMPR画像を用いることで指摘が可能であった。一方、Blalock-Taussig手術が本症をはじめチアノーゼ性先天性心疾患に対し行われることがある。この適応を決定するためには、肺動脈の形成の程度や動脈管を含むシャント動脈の評価が必要である。これらについて特に肺動脈の評価は高率にMD-CTで行い得た。さらに、術後の肺動脈の発達やシャント血管を経過観察できた。よって治療方針の決定やその経過観察において、極めて有用な検査であると考えられた。

心臓内病変の診断成績は、15病態中6病態に過ぎず必ずしも良くなかった。なかでも心房ならびに心室中隔の異常は殆ど指摘困難であった。最大の原因としては、心拍動や呼吸によるモーションアーチファクトが考えられる。

MD-CTの被曝線量については実効線量で $5.1 \pm 1.9 \text{mSV}$ で、ほぼ一方向の肺動脈造影における被曝線量と同等であり、被曝の面からも血管造影より低侵襲であった。

《結 論》

MD-CTは、心臓内病変の評価には不適であるが、心臓外大血管の病変の評価に極めて有用な手段であり、計測精度も血管造影とほぼ同等であった。また、被曝線量は血管造影より少なく、その情報量や侵襲性からも、血管造影の困難な場合や経過観察に行われるべき検査法であると考えられた。

審査結果の要旨および担当者

報告番号	甲 第 号	氏 名	可 児 弘 行
論文審査担当者		主 査 教授 植 林 勇 副 査 教授 勝 間 田 敬 弘 副 査 教授 北 浦 泰 副 査 教授 玉 井 浩 副 査 教授 富 士 原 彰	
主論文題名 Usefulness of Multidetector-row Computed Tomography (MD-CT) for Diagnosis and Evaluation of Cardiovascular Anomalies in Infants (小児心血管奇形におけるマルチスライスCTの有用性)			
論文審査結果の要旨			
<p>小児心血管奇形などの診断は心臓超音波検査、血管造影検査によって行われるのが一般的であるが、血管造影が困難な場合や心臓超音波検査で観察困難な領域に対して、CT が有用な情報を与えることが少なくない。ただ、従来の CT では時間分解能に限界があり拍動する心臓への利用は困難であった。近年、マルチスライス CT(以下 MD-CT と略す)の登場による 3 次元画像の高画質化に伴って小児循環器疾患領域においても CT 診断の有用性が期待されている。本研究は、MD-CT における小児心血管奇形の病態診断能、計測値の精度を検討することでその有用性を証明し、さらに被曝線量の計測をする事でその侵襲性の低さを確認し、小児心血管奇形における CT 診断の位置づけを示すことを目的としている。</p> <p>本研究では、診断能についての検討において MD-CT で先天性心疾患の病態が、どの程度診断可能であるかを retrospective に検討している。各症例の CT 画像を、臨床情報を知らされていない 2 名の放射線科医が読影し、評価にあたって心臓外病変と心臓内病変にわけてその診断能を検討している。その結果、MD-CT は心臓内病変の評価における有用性は必ずしも高くないが、心臓外大血管の病変の診断に極めて有用な手段であることが確認された。計測値の精度についての検討は CT 画像上で計測した大動脈および肺動脈の径を、血管造影で計測された径と対比し、その精度を評価している。その結果、MD-CT 上の計測結果は血管造影上の計測結果と強い相関が認められた。被曝線量についての検討では血管造影より少ない被曝線量であった。これらの結果から、小児心血管奇形において MD-CT はその情報量や低侵襲性からも、血管造影の困難な場合や経過観察に行われるべき検査法であると申請者は結論づけている。</p> <p>本研究は、MD-CT の小児心血管奇形などの診断に対する有用性を証明し、また画像診断における位置づけを示した研究として臨床的意義が高いものと考えられる</p> <p>以上により、本論文は本学大学院学則第 9 条に定めるところの博士(医学)の学位を授与するに値するものと認める。</p>			
(主論文公表誌) Bulletin of the Osaka Medical College 51(1): 23-34, 2005			