

学位論文題名

Intravenous digital subtraction angiography and helical computed tomography in evaluation of living renal donors.

(生体腎移植ドナーの評価における

経静脈性デジタルサブトラクション血管造影とヘリカル CT の比較)

学位論文内容の要旨

【緒言】 生体腎移植ドナーの腎血管解剖評価法のゴールドン・スタンダードは通常の血管造影又は経動脈性デジタルサブトラクション血管造影(IA-DSA)とされてきた。しかし近年、非侵襲的検査である超音波検査、helical computed tomography (ヘリカル CT) および Magnetic resonance angiography (MRA)でも血管の情報を得ることが可能となり画像診断の選択肢が増えている。本来健康人であるドナーに対する検査はより合併症が少なく且つ低侵襲な方法を選択する必要がある一方で、生体腎移植ドナーの腎血管解剖に関する詳細で正確な術前診断は術式の決定において重要である。今回の研究では、従来から非侵襲的血管造影法として腎移植ドナーに行われている IV-DSA と新しい腎血管解剖の評価法としてヘリカル CT で得られた情報を手術所見と比較し各検査の特徴と診断能について検討した。

【材料と方法】 対象は 1996 年 4 月より 1999 年 3 月の間に市立札幌病院腎移植科にて腎移植ドナー候補として prospective に IV-DSA と Helical CT の両検査を施行し腎血管解剖の評価を行った 42 例。腎血管解剖についての Standard of reference は手術所見とした。IV-DSA は肘部の静脈から上大静脈または右心房までカテーテルを挿入し、ヨード造影剤 50ml を毎秒 20~30ml で注入。毎秒 2 枚の画像を撮影した(Integrins V3000 R.11; Philips)。ヘリカル CT (HiSpeed Advantage, General Electric Medical System)は肘部の静脈よりヨード造影剤 100ml を毎秒 3ml で注入。3mm スライスで得られた画像を Shaded Surface Display (SSD)あるいは Maximum Intensity Projection (MIP)で 1.5mm 間隔に三次元再構築した。移植腎摘出術は第 11 肋骨上腰部斜切開で経後腹膜的に行った。検討項目は 1) 副動脈 (accessory renal artery, AA) の描出, 2) 早期分枝(大動脈から 1.5cm 以内の腎動脈分枝; prehilal branch, PB)の描出, 3)腎静脈の描出, 4) 非血管性病変の画像所見とした。

【結果】 42 名の腎移植ドナー候補者中、3 例はドナー又はレシピエントの健康状態の理由で移植の適応とならず腎移植を延期又は中止、1 例は CT で腎腫瘍が偶然発見され根治的腎摘除術施行、3 例は IV-DSA 中の血管痛によって IA-DSA に変更となったため 35 例について IV-DSA とヘリカル CT の比較を行った。腎動脈本幹は IV-DSA、ヘリカル CT とともに全例において描出された。35 例のドナー腎摘出術を右側 5 例、左側 30 例に行い手術所見では 5 例 (14.3%) に AA、10 例 (28.6%) に PB を認めた。尚、AA と PB の合併例を 1 例に認めた。1) **AA の描出**: 手術で認めた AA は直径 1mm から 5mm であり、直径 2mm 以下で腎上極に流入する AA 3 本はヘリカル CT では描出されず、そのうち 2 本は IV-DSA でも描出されなかった。しかし、この 3 本の AA は術中所見で腎上極の小領域に流入する動脈で

あり血管再建の必要ないと判断され結紮された。他の2本のAAは直径3mmと5mmで体外にて腎動脈本幹とConjoined anastomosisによる血管再建術を行った。また、IV-DSAにおいて腸間膜動脈がAAとして読影された疑陽性1例を認めた。以上よりAAに関するIV-DSAのSensitivity 60%, Specificity 96.7%, ヘリカルCTのSensitivity 40%, Specificity 100%であった。**2) PBの描出:**手術で認めたPBは10本でありそのうちIV-DSAでは9本、ヘリカルCTでは7本が描出された。PBの直径は1mmから4mmでありIV-DSAとヘリカルCTのいずれでも描出されなかったPB1本は直径1mmであり上極へ向う分枝であったため腎摘出時に結紮。また、ヘリカルCTで描出されなかったその他のPB2本に関しては直径1mmと1.5mmの分枝で1mmの分枝は血管再建の適応なく結紮。もう1本はPB分岐部より中枢側で腎動脈本幹を切断し得たため血管再建の必要はなく、結果的にヘリカルCT及びIV-DSAで描出されなかったPBはいずれも血管再建は必要としなかった。一方、ヘリカルCT及びIV-DSAで描出されたPB7本はいずれも直径2mm以上で、うち4本は体外でConjoined anastomosisによる血管再建術を施行。他の3本はPB分岐部より中枢側で腎動脈本幹を切断し得たため血管再建の必要はなかった。以上よりPBに関するIV-DSAのSensitivity 90%, Specificityは100%, ヘリカルCTのSensitivity 70%, Specificity 100%であった。以上、AAとPBの描出能を合わせた腎動脈の解剖に関するIV-DSA所見は88.6%(31/35)、ヘリカルCT所見は82.9%(29/35)の症例で手術所見と一致し、両者に有意差は認めなかった。

3) 腎静脈の描出:腎静脈はIV-DSAの62.9%(22/35)で描出可能であった一方、ヘリカルCTでは全例(100%)で明瞭な腎静脈の描出が可能であり両者に有意差を認めた($P < 0.05$)。特にcircumaortic renal veinの1例ではヘリカルCTによる術前診断は腎茎部の手術操作に有用であった。**4) 非血管性病変:**ヘリカルCTのみ42例中27例(64.3%)に非血管性病変の所見を認めた。腎のう胞14例(33.3%)、腎結石2例、腎腫瘍2例(4.8%)、胆石1例(2.4%)、脂肪肝3例、肝のう胞3例、卵巣のう胞又は子宮筋腫3例(7.1%)であった。

【考案】生体腎移植ドナーにおいて術前に詳細な腎血管解剖の情報を得ることは、左右どちらに移植腎摘出術を行うかの決定のためのみならず血管再建が必要な場合に再建法を術前に検討できることで手術時間の短縮によるドナー・レシピエントへの侵襲の軽減につながり重要である。本研究では動脈穿刺術を伴わない血管造影法として、従来より腎移植ドナーにおいてはIA-DSAに代わる診断法とされていたIV-DSAと近年非侵襲的血管造影の主流となっているヘリカルCTを手術所見と比較検討した。腎移植時に血管再建を要する状態としては主にAAとPBが上げられ、PBの存在は腎動脈をPB分岐部より末梢側で動脈を切断しなければ安全に腎摘除術が行えない可能性を示唆する。本研究では手術所見でAAを5例、14.3%に認め直径が2mm以下であった3本のAAはいずれもヘリカルCTでは描出することは出来ず、そのうち2本はIV-DSAでも描出できなかった。しかし、これら3本のAAは細径でかつ支配領域も狭いことから術前に描出されていたとしても血管再建の適応とはならず結紮された動脈であった。PBは手術所見で10例、28.6%に認めヘリカルCTでは直径1.5mm以下の3本のPBは描出されずうち1本はIV-DSAでも描出されなかった。しかし、うち1mm径のPB2本はいずれも血管再建の適応がなく結紮された。以上、AAやPBの腎動脈についての描出能はIV-DSAとヘリカルCTに有意差はなく、且つ移植腎摘出術における術式の選択にかかわる情報については同等に十分な情報を得ることが出来た。一方、腎静脈の描出と非血管性病変についてはヘリカルCTがIV-DSAに比して有意に優れていた。通常、腎静脈の描出に関しては腎動脈の描出ほど重要でないと考えられているが正確な腎静脈についての情報は手術時間の短縮や予期せぬ静脈損傷を防ぐことが出来る。非血管性病変については検査の特徴からヘリカルCTの方がIV-DSAより優れているのは当然であるが腎移植においてドナーの高齢化が進んでいる現在、ドナーの全身ス

クリーニングは必須でありその点からも CT による腹部検査は重要性が増している。実際、本研究においても 42 例中に腎細胞癌を 1 例、血管筋脂肪種を 1 例に認めている。

【結語】 IV-DSA とヘリカル CT は両検査とも移植腎摘出術の術前検査として必要かつ十分な腎動脈の描出が可能であるが、腎静脈や非血管性病変についてはヘリカル CT からがより多くの情報を得ることができた。単独の検査としてヘリカル CT から移植腎摘出に関わる必要・十分な画像を得ることができた。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 宮 坂 和 男
副 査 教 授 玉 木 長 良
副 査 教 授 小 柳 知 彦

学 位 論 文 題 名

Intravenous digital subtraction angiography and helical computed tomography in evaluation of living renal donors.

(生体腎移植ドナーの評価における

経静脈性デジタルサブトラクション血管造影とヘリカル CT の比較)

生体腎移植ドナーにおける非侵襲的血管造影法として Intravenous digital subtraction angiography (IV-DSA) と Helical computed tomography (ヘリカル CT) の画像診断能を比較検討した。対象は腎移植ドナー候補として prospective に両検査を行った 42 例中移植に至った 35 例である。腎血管解剖の Standard of reference は手術所見とした。検討項目は Accessory renal artery (AA), 早期分枝 (PB), 腎静脈, 非血管性病変の描出能とした。腎動脈本幹は IV-DSA、ヘリカル CT とも全例において描出され、手術所見で 5 例 (14.3%) に AA, 10 例 (28.6%) に PB を認めた。AA に関する IV-DSA とヘリカル CT の描出能は Sensitivity 60% & 40%, Specificity は 96.7% & 100% であったが、ヘリカル CT で描出されなかった AA 3 本、IV-DSA で描出されなかった AA 2 本はいずれも腎上極の小領域に流入する直径 2mm 以下の動脈であり血管再建の必要はなく結紮された動脈であった。一方、両検査で描出された AA には体外にて血管再建術が行われた。PB に関する IV-DSA 及びヘリカル CT の描出能は Sensitivity 90% & 70%, Specificity は両者 100% であり、IV-DSA またはヘリカル CT でも描出されなかった PB の 3 本中 2 本は直径 1.5mm 以下の上極へ向う分枝であったため血管再建の必要なく結紮した。他の 1 本も PB 分岐部より中枢側で腎動脈本幹を切断し得たため血管再建の必要はなかった。一方、両検査で描出された PB 7 本はいずれも直径 2mm 以上で、うち 4 本に体外で血管再建術を施行した。以上より AA と PB の描出を合わせた腎動脈の解剖に関する IV-DSA 所見は 88.6% (31/35), ヘリカル CT 所見は 82.9% (29/35) の症例で手術所見と一致し、両者に有意差は認めなかった。腎静脈に関しては IV-DSA において 62.9% (22/35) で描出可能であった一方、ヘリカル CT では全例 (100%) で明瞭な腎静脈の描出が可能 ($P < 0.05$) で、特に circumaortic

renal vein の 1 例ではヘリカル CT による術前診断は腎茎部の手術操作に有用であった。非血管性病変はヘリカル CT でのみ認め、42 例中 27 例 (64.3%) に何らかの所見があり、腎腫瘍を 2 例に認めた。以上より、両検査とも腎移植ドナーの腎動脈描出能については必要かつ充分であるが、腎静脈と非血管性病変についてはヘリカル CT からより多くの情報を得ることができ腎移植ドナーに対する単独の検査としてはヘリカル CT が優れていると考えられた。

この発表に対し、玉木長良教授より、IV-DSA とヘリカル CT では元来撮影法の違いがありそれが描出能の差となっているのではないかと、腎動脈狭窄症や腎動脈瘤例において同病変の機能検査として応用出来ないかとの質問があった。次いで宮坂和男教授から画像の読影について手術後に再度読影を行うと動脈枝が実は描出されていた症例はなかったか、ヘリカル CT 画像の 3 次元再構築法で Surface rendering 法と Maximum intensity projection (MIP) 法のどちらが血管病変の評価には良いかとの質問があった。最後に小柳知彦教授より腎動脈狭窄病変についてゴールド・スタンダードとヘリカル CT との相関についてはどうか、腎盂尿管移行部狭窄において狭窄部を走行する副動脈の有無の診断にはヘリカル CT は有用かとの質問があった。これに対し申請者は本研究結果や自己の臨床経験、過去の文献を引用しおおむね妥当な回答を行なった。

この論文は、生体腎移植ドナーの血管解剖における画像診断法においてヘリカル CT 単独で十分な情報が得られることを手術所見と比較することによって示したものであり、今後更なる症例の蓄積によって腎動脈狭窄症や腎動脈瘤等の腎血管病変においてもヘリカル CT が非侵襲的画像診断として確立した画像診断法となることを可能にすると期待される。

審査員一同は、これらの成果を高く評価し、申請者が博士 (医学) の学位を受けるのに十分な資格を有するものと判定した。