

論文の内容の要旨

論文題目 3次元シミュレーション技術を応用した

肝切除術の術前リスク評価と安全性向上に関する研究

氏名 谷 圭吾

手術手技の発達、術前リスク評価法の確立により、肝臓外科手術の安全は向上し、手術の適応は年々広がりつつある。一方、手術適応がマージナルな症例を扱う際に安全性の確保に重要となるのは言うまでもなくより精緻で正確な術前リスク評価である。肝臓外科学においてはこれまで臨床的意義が示唆されつつも、適切な解析手法が存在せず、理解の進んでいない分野が存在している。手術の安全性向上と、臨床に重要な肝臓の解剖学的・生理学的理解をより深めることを目的として、近年発展の目覚ましい3次元シミュレーション技術を用い、新しい角度から未解決問題へのアプローチを本研究では試みた。

本研究は2つの研究から成り立っている。まず、肝切除術、肝移植術において近年その重要性が認識されつつある肝静脈の解剖に関して、3次元シミュレーションを用いた血行動態・形態学的解析を基に、系統的な静脈解剖理論の構築を試みた。肝内の門脈、動脈、胆管の解剖については数多くの報告がなされ

てきたが、肝静脈の解剖について報告した文献は少なく、その分枝の定義も施設間で曖昧である。そこで静脈第2次分枝までの典型的解剖を系統的にまとめ、定義を行うとともに、3次元シミュレーションソフトを用いた領域計算とその分布の解析から **venous drainage map** として6つのシェーマを構築した。3次元シミュレーション技術はその重要性が認識されてはいるが、未だその導入は本邦の **high volume center** に限られており、ここで確立された静脈に関する新しい解剖理論は、複雑な肝切除や肝移植において肝の血液流出路の確保とそのデザインの基礎となる重要な知識を提供し得る。想定を超えた腫瘍の進展や意図せぬ静脈の損傷などで術中に肝静脈切離・再建の判断を迫られる場合、ここで得られた解剖学的知識が一助となり得る。本研究は肝静脈解剖を系統的にまとめた世界初の報告であり、動脈・門脈・胆管に関する理解とともに、肝内脈管の外科解剖理論が完成したこととなる。

研究2では、肝内脈管を対象とする研究1に対して、肝実質に関する未解決問題を扱った。近年、大腸癌肝転移症例の増加に伴い、化学療法を受ける患者が増えている。化学療法は多かれ少なかれ肝実質の障害を引き起こすリスクがあり、手術のリスク予測には肝予備能の評価が必須である。術前の **volumetry** において、化学療法を受けた患者では肝実質が小さめであることは経験的に知られていたが、その臨床的意義や肝の **dynamic** な容積変化の実際に関してはこ

れまで報告がない。そこで本研究では 3 次元シミュレーション技術を用いた肝実質の計測から、肝の容積変化の実際を明らかにし、肝予備能や背景肝の病理学的傷害との関連を解析した。結果、大腸癌肝転移症例で化学療法を行ったケースではその大半において化学療法前後で腫瘍を除いた肝実質の容積に変化が生じていることが客観的データとして初めて明らかとなった。肝容積が減少した症例では ICG15 分停滞率が有意に悪化しており、何らかの肝予備能障害が存在していることが明らかとなり、肝容積が増加した症例では、背景肝の脂肪化が有意に多いことが示された。ICG15 分停滞率の悪化（15%以上）に影響を与える臨床病理因子について多変量解析を用いて検討したところ、肝容積の減少が独立したリスク因子であることが示された。肝容積が減少する機序については未だ明らかではないが、肝予備能の低下との関連は临床上重要な知見であり、化学療法を受けている症例では注意すべき所見の一つであることが初めて示された。

3次元シミュレーション技術の応用により、これまで不可能であった新しい解剖学的・形態学的アプローチを通じ、肝内脈管、肝実質に関する肝臓外科学分野の未解決問題の検討を行った。本研究で得られた知見は、肝臓外科臨床において手術の安全性向上に重要な基礎的知見をもたらし、臨床判断の一助となることが期待される。