

# 論文の内容の要旨

論文提出者氏名	常川主裕
論文審査担当者	主査 桑原宏一郎 副査 沢村達也・柴祐司・宮脇剛司
論文題目	
Hallucal thenar index: A new index to detect peripheral arterial disease using laser speckle flowgraphy (母趾球-母指球比: レーザースペックルフローグラフィーを使った末梢動脈疾患の新たな指標)	
(論文の内容の要旨)	
<p>〔背景と目的〕 下肢末梢動脈疾患 (peripheral arterial disease: PAD) の血流評価として ankle brachial index (ABI), skin perfusion pressure (SPP) が広く利用されている。ABI はカットオフ 0.9 に設定した場合、感度 95% 特異度 90%、SPP はカットオフ 40mmHg に設定した場合、感度 76.1% 特異度 84.2% と報告されている。PAD の評価、診断に有用な検査であるが、いずれも足にカフを巻いて圧迫する検査であり患者への苦痛を伴う。本研究はレーザースペックルフローグラフィー (LSFG) を使って母趾球と母指球の比 (hallucal thenar index: HTI) によって足の虚血が評価できると仮説をたてて行った。LSFG は皮膚に非接触で短時間 (4 秒) に 20×15 cm の範囲における相対的な血流を計測できる。計測原理としては機器から 24 cm 離れた対象に近赤外光を照射して皮下 1~2mm の赤血球から反射散乱した光を内蔵カメラでとらえる。2 つのパラメータがあり、赤血球の移動する速さを相対的に示した mean blur rate: MBR と心拍周期を感知し心拍あたりの時間軸に対する血流速度の変化をフーリエ変換することでパワースペクトラムに変換して表示した beat strength of skin perfusion (BSSP) である。モニター画面内に region of interest (ROI) を任意の場所に設定すると MBR・BSSP が相対値で表示される。</p> <p><b>対象</b></p> <p>2017 年~2019 年における信州大学医学部附属病院循環器内科、形成外科、腎臓内科の外来・入院患者を対象とした。PAD 群は臨床的に下肢虚血所見があるもしくは ABI 0.9 以下のために血管内治療を行う目的で循環器内科の外来受診もしくは入院している患者 33 名、非 PAD 群は臨床的に明らかな足虚血症状のない 40 名である。除外基準は足切断後、安静時振戦、足部に感染である。</p> <p><b>計測方法</b></p> <p>外来診察室もしくは入院病室で少なくとも 5 分安静にして仰臥位で計測を行った。PAD 群は足虚血の症状がある側、非 PAD 群は右手足を LSFG で計測した。これと同時に ABI も計測を行った。LSFG 計測は母指 (趾) 球に ROI を設定し、MBR と BSSP それぞれで HTI を計算した。</p> <p>検討項目は以下の 3 つである。①ABI、HTI (MBR、BSSP) を PAD 群と非 PAD 群とで比較②receiver operation characteristic (ROC) 曲線から 3 つのパラメータを比較し、カットオフを設定して感度、特異度、陽性的中率、陰性的中率を計算③ABI と HTI (BSSP) との相関関係である。③については計測した全体群、血液透析群、非血液透析群の 3 つの群で調査した。</p> <p><b>統計解析</b></p> <p>結果は平均値±標準偏差、中央値 [四分位範囲] で示し、Mann-Whitney U test 及びカイ 2 乗テストで比較した。<math>p &lt; 0.05</math> をもって有意差ありとした。解析ソフトは IBM 社 SPSS version23 を使用した。</p> <p><b>結果</b></p> <p>① HTI (MBR) は PAD 群で有意に低かった (0.44 vs 0.63, <math>p = 0.007</math>)。HTI (BSSP) は PAD 群で有意に低かった (0.27 vs 0.87, <math>p &lt; 0.001</math>)。ABI は PAD 群で有意に低かった (0.8 vs 1.1, <math>p &lt; 0.001</math>)。</p>	

② ROC 曲線より area under the curve (AUC)はABI0.890、HTI (BSSP) 0.873、HTI (MBR)0.686であった。ABIのカットオフは0.938と算出され、感度・特異度・陽性的中率・陰性的中率はそれぞれ78.8%・95%・93.8%・92.3%であった。HTI (BSSP)のカットオフは0.4416と算出され、感度・特異度・陽性的中率・陰性的中率はそれぞれ68.7%・95%・91.7%・77.6%であった。

③ ABIとHTI (BSSP)の相関係数は全体群  $r=0.486$ 、非血液透析群  $r=0.743$ 、血液透析群  $r=0.102$  であった。

### **考察**

LSFGは下肢血流評価に関する報告は少ない。MBR、BSSPとも相対値であるため個体間比較には使用できないと考え、本研究ではHTIという比を利用した。HTIはMBR、BSSPともPAD患者群で有意に低かったが、ROC曲線よりこの2つのパラメータのうちBSSPのほうがPADを評価する上では有用性が高いと考える。ABIとの相関においては血液透析群を除けば強い相関関係を示した。血液透析患者では血管の石灰化が高度なためABIが虚血を反映していないことが多く、toe brachial indexのほうが透析患者のPAD評価には有用とされており今後の課題と考える。HTI (BSSP)とABIを比較すると、本研究では感度、陰性的中率、AUCからはABIのほうが有用性は高かった。LSFGがABIに置き換わるものではないが特異度、陽性的中率は遜色ない結果が示され、足に痛みがある・安静が難しい対象者にはLSFGにも優位性があると考えられる。検査時間が短く、検査手技も容易なため何度も検査を施行しやすく、PADのリスクが高い患者の多い血液透析クリニックでスクリーニング的な利用が一つの利用方法とも考える。

本研究の限界としては、対象者が少ないこと、他の検査 (SPP、TBI など) との相関を調査していないことがある。また近赤外線の下への透過を考えると皮膚の厚い人や皮膚の色素沈着などの影響については評価していない。本研究結果は限定的なケース (やせている、黄色人種、色素沈着がない、体毛が薄い) でのものである。

### **結論**

本研究結果ではABIと同じレベルでPADの診断が下せることは示されなかった。しかし、HTIが低かった場合にPADリスクの高い対象者へ注意喚起や精査を促すことで重症化を防ぐことにつながられる可能性がある。