

平成 21 年 6 月 30 日現在

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2008

課題番号：20791265

研究課題名（和文） 角膜性状同時測定が可能な新規眼圧計の開発

研究課題名（英文） Development of new tonometer which can measure intraocular pressure and corneal rigidity

研究代表者

成瀬 繁太 (NARUSE SHIGETA)

京都府立医科大学・医学研究科・助教

研究者番号：80398388

研究成果の概要：

触覚センサーを用いて、従来型眼圧形のゴールドスタンダードであるゴールドマン圧平眼圧計に代わる眼圧計を開発すること、さらには眼圧自己測定が可能な家庭用眼圧計を開発することが目的である。最初に健常者多数例を対象に従来型眼圧計での測定を行った。家庭用眼圧計で軽量・小型、かつ測定値が十分信頼できる眼圧計は存在しないため、アイケア手持眼圧計（アイケア フィンランド社）により測定を行った。結果は医師による測定値と自己測定値の間に相関関係が認められた。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	1,000,000	300,000	1,300,000
年度			
総計	1,000,000	300,000	1,300,000

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：外科系臨床医学・眼科学

キーワード：眼圧計

## 1. 研究開始当初の背景

触覚センサーは物質の硬性を数値化できる機器である。近年、医学領域において触覚センサーの臨床応用に関する報告が多数なされている。物質の硬性を測定する従来の手法としては、物質にスプリングを押し付けて硬性を計測するピッカーズ法が一般的であったが、この方法では物質の表面が歪みはじめるまでのわずかな圧力を感じることができず、柔らかい物質の硬性は計測不能であった。触覚センサーは、圧電セラミックス (PZT;

lead zirconate titanate)に電圧を加えて固有周波数で振動させ、先端が物質に接触する際の音響インピーダンスの差によるPZT共振周波数変化をコンピュータで演算処理し、硬性としてのデータを表示するものである。物質に接触した瞬間からその硬性をリアルタイムで計測でき、かつ客観的なデータとして表すことができるという点で非常に優れたものである。このセンサーを応用した報告としては、皮膚の力学的特性の客観的評価や運動負荷後筋肉の硬性変化の評価などがなされ

てきているが、眼科領域における応用は端緒についたばかりである。触覚センサーは対象臓器によって先端部（プローブ）の大きさ、測定できる周波数感度、モーターの駆動機構などを調整する必要がある。触覚センサーはアクシム社製ビーナストロン®として既に市販化されているが、市販機のプローブ形状は球状であり、皮膚や筋肉の硬性を測定するには適しているものの、球体である眼球の硬性を測定するには不向きであった。我々は、人眼の測定を行うに先立って、これまでに豚眼を対象としたパイロットスタディを行いながら、眼球の測定に至適な新型プローブをデザインした。改良の後に、我々は摘出豚眼を用いた眼圧、角膜硬性の測定を繰り返し行っており、触覚センサーが両者を極めて正確に測定できることを確認している。

## 2. 研究の目的

現在の眼科臨床で主に使われている圧平眼圧計の測定値は角膜厚、曲率、硬性といった角膜性状の影響を受けるため、症例によっては正確な眼圧測定が困難な場合がある。例えばLASIKを代表とする屈折矯正術後は角膜が薄く、平坦になるために、眼圧が術前に比べて過小評価されてしまう。緑内障診療においては高眼圧症では角膜が正常者と比べて厚いため、眼圧が過大評価されている症例がしばしば認められる。逆に、正常眼圧緑内障では角膜が薄いため眼圧が過小評価される例がある。これらを解決するために多施設から様々な眼圧換算式が報告されているが、角膜厚と曲率は正確に測定できる機器はあるものの、硬性を正確に測定できる機器が存在しないため統一された換算式が得られてはいない。触覚センサーにより角膜の性状に関わらず正確な測定ができる眼圧計の開発が可能であると考えられる。緑内障診療以外における触覚センサーの可能性として、円錐角膜は進行性に角膜が前方に突出し高度の不正乱視のために視力が低下する疾患であるが、その特性として角膜硬性が正常と比較して軟らかくなっている可能性があり、個人の角膜硬性を客観的に評価できる機器の開発を行うことが初期円錐角膜の診断、経過観察に多大なる貢献をもたらすと思われる。当該研究は国内外で見ても非常に独創的であると確信する。

## 3. 研究の方法

将来的には触覚センサーを用いて、従来型眼圧形のゴールドマン標準であるゴールドマン圧平眼圧計に代わる眼圧計を開発すること、さらには眼圧自己測定が可能な家庭用眼圧計を開発することが目的であるため、健康者多数例を対象に従来型眼圧計での測定を行った。家庭用眼圧計で軽量・小型、

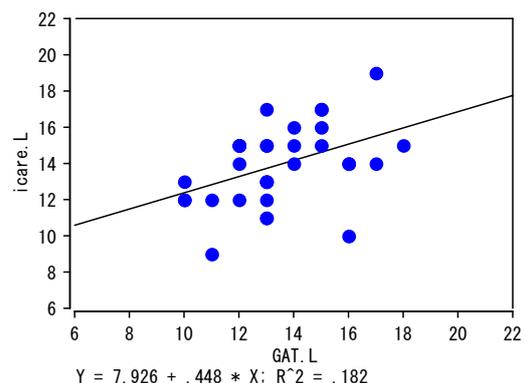
かつ測定値が十分信頼できる眼圧計は存在しないため、我々は検眼の眼鏡フレームを用いた新しい自己測定法を提案し、アイケア手持眼圧計（アイケア フィンランド社）により測定を行った。結果は医師による測定値と自己測定値の間に相関関係が認められ、アイケア手持眼圧計を用いた新しい測定法を臨床に応用できる可能性が示唆された。

## 4. 研究成果

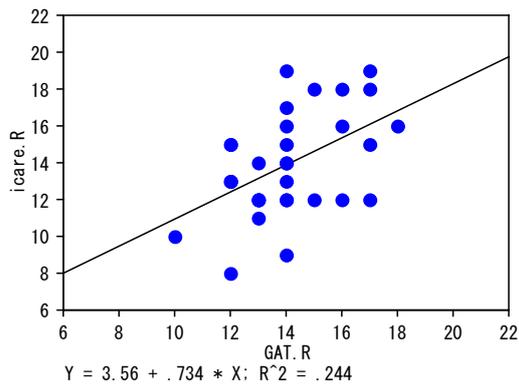
ティオラト社製アイケア手持眼圧計（icare）は先端プローブが極小で角膜への接触がソフトなため、測定の際に表面麻酔が不要な小型軽量の眼圧計である。本機は自己測定が可能な眼圧計としての特徴を有していると思われる、検討を行った。対象は医療資格を有する正常篤志者 33 例（男性 26 例、女性 7 例、平均年齢  $32.5 \pm 7.6$  歳）66 眼。全員利き手は右であった。icare およびゴールドマン圧平眼圧計（GAT）を用いた同一検者による眼圧測定、さらに icare を用いた眼圧自己測定（self-icare）を同一時間帯で行った。また icare に関して検者測定と自己測定のどちらが容易であったかの聞き取り調査を行った。結果、1 例で恐怖心のため、右眼の icare 自己測定が困難であった。残る 65 眼の検討の結果、各眼圧測定値の間には相関関係が認められたが、最も相関が強かったのは右眼の icare 検者測定値と自己測定値であった ( $R=0.664$ )。icare 自己測定においては角膜中央にプローブが接触していない例が多数存在した。

### (1) GAT と icare の相関

(左眼)

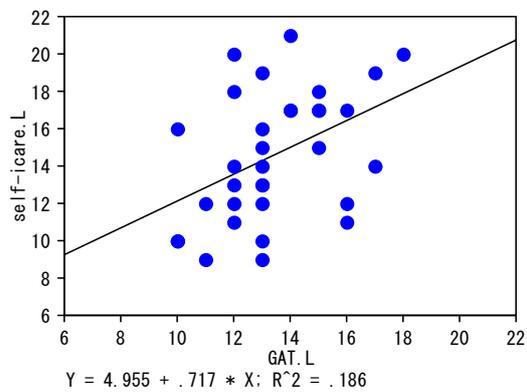


(右眼)

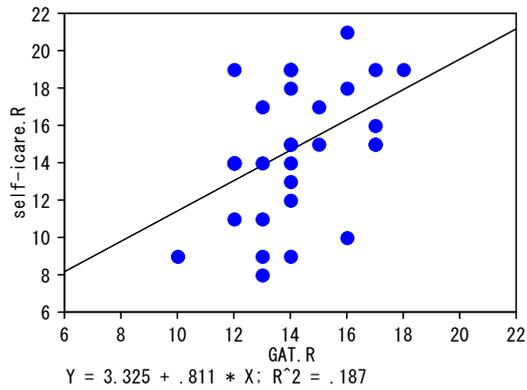


(2) GAT と self-icare の相関

(左眼)

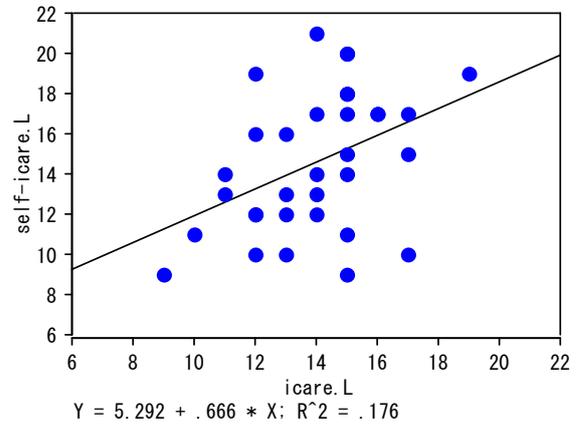


(右眼)

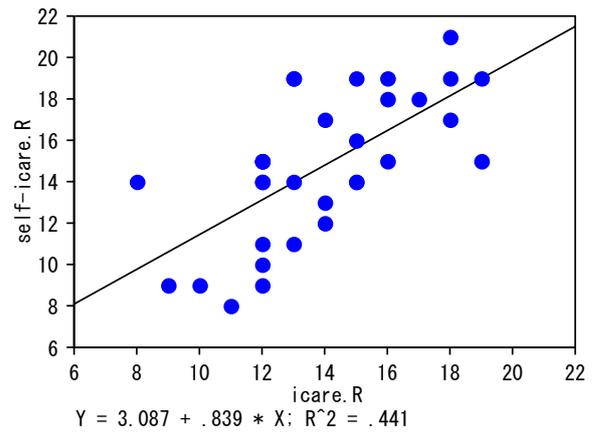


(3) icare と self-icare の相関

(左眼)

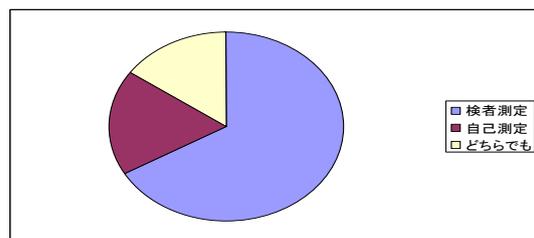


(右眼)



また聞き取り調査の結果は「検者測定が容易」22例、「自己測定が容易」6例、「差は無し」5例であった。

(4) アイケア検者測定と自己測定のどちらが容易か？



緑内障の経過観察において icare による眼圧自己測定が可能となれば、臨床的に大きな意義があると思われる。icare で眼圧を自己測定するには正確にプローブを角膜中央に接触させることが重要であり、自己測定の際の工夫や機器の改良により臨床応用が可能であると考えられた。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔学会発表〕(計 2 件)

- ① 成瀬繁太、森和彦、池田陽子、松田彰、今井浩二郎、木村健一、木下茂、アイケア手持眼圧計による健常者の眼圧自己測定、第 114 回京都眼科学会、平成 20 年 6 月 1 日、京都市
- ② 成瀬繁太、森和彦、池田陽子、松田彰、今井浩二郎、木村健一、木下茂、アイケア手持眼圧計による健常者の眼圧自己測定、第 19 回日本緑内障学会、平成 20 年 9 月 12 日、大阪市

#### 6. 研究組織

##### (1) 研究代表者

成瀬 繁太 (NARUSE SHIGETA)

京都府立医科大学・医学研究科・助教

研究者番号：80398388