

機関番号：12605

研究種目：基盤研究 (C)

研究期間：2008～2010

課題番号：20500535

研究課題名 (和文) 剣道難聴を予防するための基礎的研究

研究課題名 (英文)

Fundamental study of preventing hearing loss in Kendo .

研究代表者

百鬼 史訓 (NAKIRI FUMINORI)

東京農工大学・大学院工学研究院・教授

研究者番号：20126296

研究成果の概要 (和文)：

剣道における聴力障害の一因と考えられる剣道騒音と聴力疲労の関係について、聴力検査等により検討したが、明確にすることができなかった。剣道具の安全対策研究から、伝統的な剣道具 (面) の構造は打撃力の緩衝性を高めることが再認識された。また、道場の音響環境 (残響時間) について検討したところ、体育館と比較して伝統的な道場の残響時間は短くなることから、建物構造 (天井や壁および窓等) についての詳細な検討が必要と考える。

研究成果の概要 (英文)：

In spite of my examination from various hearing tests, I couldn't clarify a relationship between auditory fatigues and noise that are considered to be part of the reason for hearing loss in Kendo. Yet, it is reaffirmed, out of the study of the safety of Kendo equipment and gear, that the structure of traditional *men* increases buffering effect to striking power. Also, I examined acoustic environment (reverberation time). Since reverberation time is shorter in traditional *dojo* than in gymnasium, there is a need for detailed study on building construction such as ceilings, walls, and windows.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	700,000	210,000	910,000
2009年度	1,200,000	360,000	1,560,000
2010年度	1,200,000	360,000	1,560,000
年度			
年度			
総計	3,100,000	930,000	4,030,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：健康・スポーツ科学・スポーツ科学

キーワード：剣道具, 面布団, いせ, 剣道難聴, 道場, 剣道騒音, 残響音

1. 研究開始当初の背景

剣道家には聴力障害の症状 (剣道難聴) が見られる者が多く、剣道の安全対策上深刻な問題となっている。平成17～19年度まで聴力障害者の実態調査を行い、聴力障害者の出現率やその臨床的特徴 (4kHzタイプだけでなく2・3kHz型も存在することを明らかにした)、そして、道場の騒音について分析調査

(音圧・周波数) を行い、竹刀音 (4kHz) や打撃音 (2～4kHz) の周波数帯域で音圧が高くなることから、聴力障害の周波数帯域と符合することを明らかにした。さらに、稽古時 (1時間30分) と同じ騒音環境に暴露した場合や、実際に稽古した場合の聴力変化 (聴覚疲労) を検討した。その結果、聴覚疲労と見られる聴力低下の傾向が認められたが、聴力

機能の日内変動が存在すること及び検査装置機能の精度等の問題などから有意な差があるとの証明に至らなかった。また、面布団の芯材の種類による遮音性についても検討してきた。

2. 研究の目的

(1) 剣道騒音が剣道における聴力障害の一因であろうことは、これまでの研究成果から十分推測されるが、聴力変動を評価する測定機器の性能やヒトの日常生活における生理学的変動なども影響して明確に証明することができなかった。そこで、一般的なオージオメータ・OAEによる聴力検査に加えて、聴性脳幹反応(ABR)の検査を行い、蝸牛神経を含む脳幹聴覚路に由来する電位反応から、神経および脳幹の機能についての生理学的変動や剣道稽古の影響を明らかにする。

(2) 剣道における聴力障害の発生原因として打撃振動が考えられることから、打撃力や振動を緩衝するような「面」の改良・開発研究は急務である。そこで、剣道の打撃力特性を明らかにするとともに、面を装着した際に頭顔部に密着する内輪上部「いせ」と面布団との構造によって生じた面布団前上部の形状が、打撃力の分布やその緩衝性にいかなる影響があるかを明らかにする。

(3) 剣道における聴力障害を予防するための環境対策として、剣道を実施する道場等の環境騒音を低減させることが重要と考え、代表的な剣道場や体育館などの音響環境(残響音)の実態調査を行い、適正な道場の建物構造・材料などについて検討するための基礎的資料を収集する。

3. 研究の方法

(1) 聴力検査として、リオン社製のオージオメータ、OAEおよび誘発反応検査装置(Audera)による聴性脳幹反応(Auditory brainstem response: ABR)装置を使用した。刺激音圧は、75dB、55dB、35dB、15dBの4種類とした。このABR検査は、音刺激が内耳における電気信号への変換により蝸牛神経を経て脳幹聴覚路を上行し、この過程で発生する刺激音に同期した電位変化を示しており、6~7峰性の上向き陽性電位変動が記録される。

被験者は、年齢19歳から23歳で聴力の正常な本学剣道部有段者(初段~4段)学生

(男子4名、女子3名、計7名)を対象とし、日常生活における聴力機能の生理学的変動について検討した。

また、通常の稽古(1時間30分)の前後に検査を行い稽古の影響を検討した。

(2) <実験1>竹刀による打撃時の振動特性について:これまで実施・蓄積してきた剣道選手の打撃力波形を詳細に分析し、振動特

性を明らかにした。

<実験2>面の安全性を高めるための開発研究(「いせ」の効果について):1)試験材料:内輪および布団の芯材を変えることなく、「いせ」があるものと無い面材料を製作し比較した。布団は8mmミシン刺しである。

2)打撃力分析:自製の打撃力測定装置一式(キスラー社製センサー9067型)を使用し、図2に示した双頭型打撃測定用ヘッド{(前頭部(内輪部)と頭頂部(布団部)を分離してある}に各種面を装着し、打撃力発生器により打撃(重量:520gのカーボンシナイ使用、打撃強度約100kgf)した際に生じる打撃力(Fz:垂直分力、Fy:前後方向分力)について面の内輪部(前頭部)と布団部(頭頂部)への打撃力分布や振動特性を明らかにした。

(3)

①音響環境調査:剣道場および体育館の一隅にスピーカー(Victor)を配置(2m×1m×1.5m)し、片壁に向かって雑音発生器(リオン社製SF-06)により雑音を発生させる。他の3箇所(隅(2m×2m)及び中央部に精密騒音計(リオン社製NA-27)をセット(高さ1.5m)し、発生した音からの反響音の各周波数毎(500Hz~5kHz)の残響時間を測定し、4か所の平均値を算出した。調査は、道場等の窓や扉を閉鎖した場合と、解放した場合を測定した。

②調査対象とした場所:京都武徳殿、京都武道センター、筑波大学剣道場、東海大学剣道場、東京農工大学剣道場、東京芸術大学体育館、東京農工大学体育館等である。

4. 研究成果

(1) 剣道騒音と聴力疲労の関係について

①聴力検査:被験者によっても異なるが各周波数帯域で5~20dBの個人内変動を有している。また、剣道稽古の聴力への影響は、被験者によって異なり、聴覚機能が向上、低下および変化しない場合と、結果は様々であり、因果関係について明確に証明することはできなかった。

②聴性脳幹反応(ABR)検査:両耳への各刺

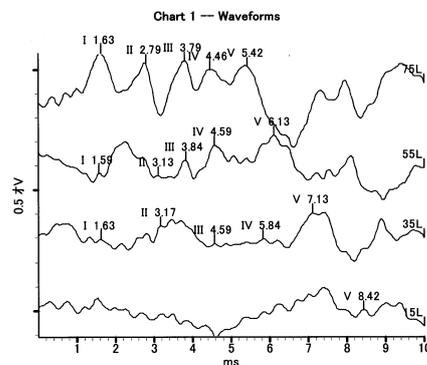


図1: ABRの波形(被験者:OA)

激音圧に対する波間潜時は、8回にわたる検査結果から、数値にバラつきが認められ、個人内変動を有していた。図1は、音刺激の各周波数毎の陽性電位変化を示している。剣道稽古後の応答は、I～V波間潜時に遅延が生じる者が、数人認められた。35dB音圧においては、III～V波間潜時の遅延する傾向も見られたが、特にI～III波間潜時に遅延する傾向の者が多く、下部脳幹部の聴覚伝道路およびその近傍への影響が示唆された。

(2) 「いせ」の効果について

①打撃力の作用時間は、技能・年齢・性・部位によって異なっているが、概ね2～9ミリ秒の範囲にある。波形は2峰性が多く、作用開始から0.33～2.74ミリ秒の棘波が認められ、剣道難聴発生周波数域および剣道騒音周波数域との関連が示唆された。

②竹刀の打撃角度が大きくなるにしたがい、打撃力は、前頭部の内輪上部に加わる割合が高くなり、「いせ」の高い材料は打撃力の緩衝性が高くなった。図3は、前頭部と頭頂部の最大打撃力への「いせ」の効果について比較したもので、縦軸は打撃力値、横軸に前頭部と頭頂部ごとの前方向(Fy)と垂直方向(Fz)の平均値を比較している。

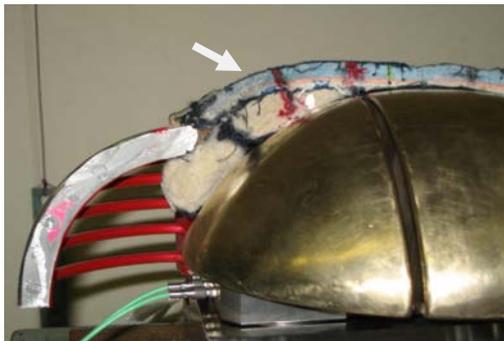


図2：双頭型打撃測定用ヘッドと面の断面（矢印部が「いせ」を示す）

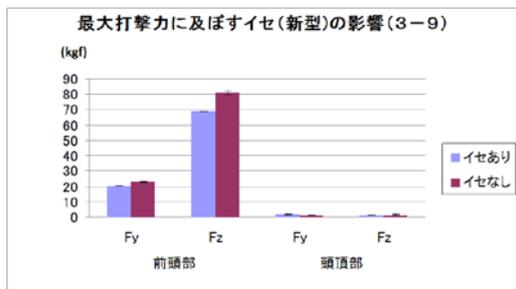


図3：最大打撃力に及ぼす「いせ」の効果

③面打撃は前頭部への打撃が大きいことから、その緩衝性を高めるためには、面布団だけでなく、面の内輪上部「いせ」やその芯材についても考慮する必要がある。

(3) 音響環境の影響について

①全調査対象の残響時間（閉鎖時）は、調査対象によって異なり、その周波数毎の残響時間は、5kHzで1.05～2.15秒、4kHzは1.28～2.46秒、3kHzは1.45～2.7秒、2kHzは1.55～3.04秒、1kHzは1.3～3.7秒、800Hzは1.55～3.71秒、そして500Hzは1.42～4.1秒となり、周波数が高いほど残響時間は短くなっていった。一方、解放時の残響時間は、5kHzで0.85～1.86秒、4kHzは1.00～2.12秒、3kHzは1.27～2.41秒、2kHzは1.38～2.89秒、1kHzは1.30～3.16秒、800Hzは1.36～3.24秒、そして500Hzでは1.33～2.99秒であり、閉鎖時と同様、周波数が高いほど残響時間は短くなり、開放時の残響時間は、閉鎖時と比較して16～23%低下することが明らかになった。図4は、日本の剣道場を代表する伝統的な構造を有する京都武徳殿の残響音のデータである。縦軸は残響時間（単位：秒）横軸は各周波数（500Hz～5kHz）を示し、窓等の閉鎖時と解放時を比較したものである。標準偏差と平均値の有意差（**：1%水準、***：0.1%水準）を示している。

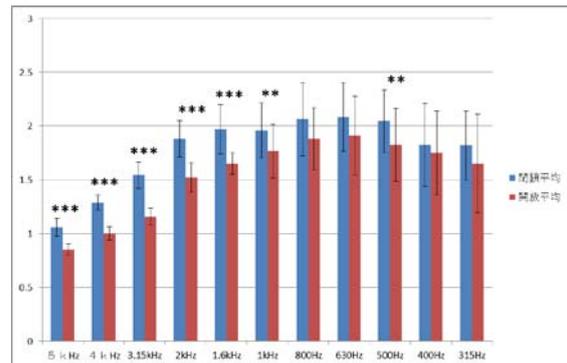


図4：京都武徳殿の残響時間

②伝統的な構造の道場に比較して体育館の場合には、各周波数における残響時間が長くなっていった。これは建物構造つまり天井が高く室内容積も大きいことが一因と考えられる。道場の窓は、通気性を高めるだけでなく残響音を軽減する効果があり、稽古時には窓を開放することが好ましいといえる。しかし、密集した住宅環境の中での騒音は社会的に問題となりうることから、密閉した道場の場合には、その構造や壁や天井の材質等も十分考慮する必要がある。

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3件）

- 1) 百鬼史訓, 松永政美, 福本修二, 横山直也 : 剣道具（面）の安全性に関する研究—「い

せ」に関する研究(Ⅱ)一, 日本武道学会第43回大会, 明治大学(東京), 2010. 9. 2

2) 百鬼史訓, 松永政美, 福本修二, 横山直也
: 剣道具の安全性に関する研究, 日本武道学会第42回大会, 大阪大学(大阪府), 2009. 8. 24

3) 百鬼史訓, 松永政美, 福本修二, 横山直也
: 剣道具(面)の遮音性に関する基礎的研究、日本武道学会第41回大会, 慶応義塾大学(東京), 2008. 8. 30

6. 研究組織

(1) 研究代表者

百鬼 史訓 (NAKIRI FUMINORI)
東京農工大学・大学院工学研究院・教授
研究者番号: 20126296