



Title	Experimental study on diaphragm fatigue during diaphragm pacing
Author(s)	城戸, 哲夫
Citation	大阪大学, 1990, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/36873
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏名・(本籍)	城戸哲夫
学位の種類	医学博士
学位記番号	第 9014 号
学位授与の日付	平成 2 年 3 月 14 日
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 2 項該当
学位論文題目	Experimental study on diaphragm fatigue during diaphragm pacing (横隔膜ペーシングに伴う横隔膜疲労の要因に関する実験的研究)
論文審査委員 教授	(主査) 川島 康生
論文審査委員 教授	(副査) 吉矢 生人 教授 多田 道彦

論文内容の要旨

〔目的〕

横隔膜ペーシングによる人工呼吸法は、従来の陽圧呼吸法と比較して種々の利点があげられる。すなわち、(1)静脈還流量を減少させない (2)肺組織に対する圧外傷がない (3)肺動脈圧が上昇しないなどがある。しかし最大の問題点は、長時間の使用における換気量の減少、すなわち横隔膜疲労の出現である。そこで実験的に各種条件下で横隔膜ペーシングを行い、疲労前後における横隔神経と横隔膜の生理学的变化を観察した。さらに疲労後に Aminophylline を投与し、経横隔膜圧-横隔膜筋活動電位関係よりその効果を検討し、横隔膜ペーシングに伴う換気量減少の原因について考察した。

〔方法〕

7.5-12.7 kg の雑種成犬 24 頭を使用した。pentobarbital 麻酔にて自発呼吸を完全に停止させ、経口挿管、人工呼吸下に右頸部皮膚切開を加え、右頸部横隔神経 (C 5, C 6) を露出した。双電極を頸部横隔神経に取り付け、独自に作成した刺激装置でペーシングをおこなった。刺激はパルストレイン時間 1.2 sec, パルス幅 200 μsec, 周波数 25 Hz, 陽波、矩形波の同一条件でおこない、刺激回数は 37 回/分 (1 群 n = 6), 25 回/分 (2 群 n = 6), 12 回/分 (3 群 n = 6) の 3 群に分けてペーシングを行った。一回換気量 (Vt) は熱線スピロメーターにより測定した。2 連の薄壁バルーンにより胃内圧 (Pga), 食道内圧 (PesO) を測定し、PesO を胸腔内圧 (Ppl) の代用とし、その差圧 (Pga-Ppl) を経横隔膜圧 (Pdi) とした。electromyograph と

averager を用いて、誘発横隔膜筋電位を2極の表面電極により測定した。刺激時点から筋電位の立ち上がりまでの伝導時間(CT)と立ち上がりの振幅(Edi)を測定し、神経、神経筋接合部、および筋線維膜の興奮度の指標とした。また、電極の陽陰極間に流れる電流(E)を測定した。

各パラメーターの測定はペーシング開始後、5, 15, 30, 45, 60分、以後は1時間間隔におこなった。Pdiがペーシング開始時の60%以下に低下した時点を横隔膜疲労とした。この疲労時点でAminophylline 10mg/kg を2分間で静注し、ペーシングをさらに続行し、Aminophylline投与後5, 15, 30, 45分で各パラメーターを測定した。またペーシングを行わない非疲労群(4群n=6)についても同量のAminophyllineを投与し、測定時のみ10秒間のペーシングを行い、45分まで同様に経時測定した。1-3群の任意の10例については、神経電極部の障害の有無を観察する目的で、疲労後、刺激を陽波から陰波に転換し、Pdi, Edi の変化を観察した。

[成績]

1. 刺激回数(呼吸数)が横隔膜および横隔神経に与える影響

Pdiは経時に低下し、ペーシング前値の60%に達するまでの時間は、1群70±20分、2群149±48分、3群371±97分と3群間に有意差($p < 0.01$)を認めた。Vtも経的に低下し、疲労時におけるVtは1群8.9±2.8ml/kg, 2群7.3±1.1ml/kg, 3群8.1±1.7ml/kgとペーシング前に比し有意(1群, 3群 $p < 0.001$, 2群 $p < 0.005$)に低下した。

疲労時のEdiは1群はペーシング前の57.6±33.1%($p < 0.05$), 2群51.3±29.2%($p < 0.001$), 3群66.9±21.5%($p < 0.05$)と有意に低下した。CTは時間経過を通じて変化せず、疲労時のCTは1群3.6±0.6msec, 2群3.7±0.6msec, 3群4.0±0.6msecとなり、各群間に有意の変化を示さなかった。

2. 横隔膜疲労時のAminophylline投与効果

疲労値に対するAminophylline投与後のPdi, Ediの変化率を△Pdi, △Ediとした。

Aminophylline投与後△Pdiは1群では19.8±13.5%(5分), 23.0±13.5%(15分), 16.2±14.9%(30分), 2群では23.6±11.6%(5分), 27.3±15.5%(15分), 19.0±16.1%(30分), 3群では29.9±21.1%(5分), 29.5±18.6%(15分), 22.3±13.8%(30分), 15.5±13.4%(45分)と増加した。△EdiとCTは1群, 2群, 3群ともに時間経過による変化はなかった。非疲労群の4群では、△Pdi, △Ediともに時間経過による有意な変化はみられなかった。

3. 極性転換によるPdi, Ediの変化と疲労前後におけるE値の変化

ペーシング疲労後、刺激の極性を陽波から陰波へ変化させ、Pdi, Ediを測定した。Pdiは疲労時56.7±3.7%が陰波にすると59.3±5.1%へ、またEdiは疲労時59.5±26.8%が陰波時54.6±22.7%となり、いずれも有意な変化はみられなかった。Eは1群で刺激開始直後、232±150μAが疲労時240±153μA, 2群では260±108μAが疲労時302±101μA, 3群では174±97μAが疲労時194±120μAで有意差はみられなかった。

[総括]

1. 横隔膜疲労に達するまでの時間は、刺激回数（呼吸数）に依存し、頻回数ほど早期に疲労が出現した。
2. 横隔膜疲労時、誘発横隔膜活動電位（Edi）も有意（ $p < 0.05$ ）に低下したが、極性転換により Pdi, Edi は変化しなかった。また疲労前後で伝導時間や電極間電流の変化がなかったことより、刺激電極部の疲労はないと結論した。
3. Aminophylline は横隔膜疲労時の経横隔膜圧を増加した。

ペーシング疲労後、Aminophylline 投与により Pdi の上昇のみが有意で、Edi, CT は有意でなかったことから、ペーシングに伴う横隔膜疲労の一原因として横隔膜筋自身の疲労が示唆された。

論文の審査結果の要旨

本研究は、横隔膜ペーシングに伴う横隔膜疲労の要因を実験的に検討したものである。その結果、ペーシング疲労後、アミノフィリン投与により経横隔膜圧および一回換気量の増加がみられたが、誘発横隔膜活動電位および神経・筋伝導時間は変化しなかった。これは、ペーシング疲労にアミノフィリンが有用であることを示し、同時に横隔膜ペーシングに伴う横隔膜疲労の原因に横隔膜筋自身が関与したものであることを示唆した点で価値があると思われる。