

視覚性動揺病に対する鍼通電刺激の効果 —刺激部位の違いによる検討—

加藤 慎吾^{*1)}, 今井 賢治²⁾, 北小路 博司³⁾

¹⁾ 明治国際医療大学大学院, ²⁾ 帝京平成大学ヒューマンケア学部鍼灸学科, ³⁾ 明治国際医療大学臨床鍼灸学講座

要 旨 【目的】 視覚性動揺病を誘発した際には嘔気・嘔吐と共に各種自律機能の変化が引き起こされ、内関穴（PC6）への鍼刺激により症状の改善が得られることが既に報告されている。しかし、消化器愁訴に対する鍼刺激の効果は他の経穴においても有効性が報告されている。そこで本実験では胃電図、視覚的評価スケール（VAS）、乗り物酔いの自覚症状スコア（SSMS スコア）を指標とし、内関穴（PC6）・足三里穴（ST36）・天枢穴（ST25）に鍼刺激を行った際の視覚性動揺病に対する効果を比較した。

【方法】 被験者を無刺激群（n=10）、内関穴刺激群（n=10）、足三里穴刺激群（n=10）、天枢穴刺激群（n=10）に振り分け、optokinetic drum を用い視覚性動揺病を誘発した。drum 回転前 15 分、回転中 15 分、回転後 15 分の計 45 分間胃電図の記録を行い、その前後で嘔気症状を VAS および SSMS を用いて評価した。各経穴への鍼通電刺激は 15 分間の drum 回転中に行った。

【結果】 無刺激群および天枢穴刺激群は drum rotation により胃電図の正常波の有意な増加（ $p < 0.01$ ）および強い嘔気の出現が認められた。しかし、内関穴刺激群・足三里穴刺激群でそのような変化は認められず、motion sickness に伴う胃電図の dysrhythmia および嘔気出現とその強さの程度の抑制が認められた。

【考察】 motion sickness に伴う嘔気および胃電図の dysrhythmia は内関穴および足三里穴への鍼通電で抑制された。このことは、内関穴のみに特異的な作用があるわけでは無く、足三里穴への鍼通電も効果的であることが明らかとなった。

Key words 視覚性動揺病 optokinetic motion sickness, 鍼通電 electroacupuncture, 胃電図 electrogastrogram

Received December 22, 2015; Accepted January 18, 2016

1. はじめに

近年、映像メディア技術の進歩によりテレビや映画だけでなく、ビデオゲームやネット上での様々な動画など、実写だけでなくコンピュータグラフィック技術を駆使した映像視聴をする機会が増えてきた。精細な映像はより高い臨場感で映像を楽しむことができるようになったが、手持ちビデオカメラで撮影した手振れ映像が、嘔気や嘔吐、眩暈、倦怠感、眠気、顔面蒼白、発汗、唾液分泌量増加、胃部不快

感などの自律神経症状を引き起こすことが問題とされている¹⁻³⁾。一方、消化器愁訴に対して、鍼灸治療は古来より多く利用されており^{4,6)}、1997年にはNIH（米国国立衛生研究所）も成人の術後や化学療法時の嘔気や嘔吐に対して鍼が臨床的に有効であることの声明を発した⁷⁾。その効果に関する実験研究としては視覚性動揺病を誘発するモデルが用いられており、Hu は内関穴へ圧迫刺激（acupressure）を行ったところ、嘔気の抑制と共に胃電図の変化が得られたことを報告している⁸⁾。また、Chu らも内関穴への transcutaneous electrical nerve stimulation（TENS）刺激により視覚性動揺病を引き起こした際の交感神経活動を抑制することを報告している⁹⁾。しかし、

* 連絡先：〒629-0392 京都府南丹市日吉町保野田セノ谷 6-1
明治国際医療大学附属鍼灸センター 2 階大学院生室（臨床系 B）
E-mail: s_katoh@meiji-u.ac.jp

これらの実験研究は内関穴への圧迫刺激やTENSによるもので、鍼刺激を用いたものではない。

これらの報告に見られるように嘔気に対する効果的な部位としては前腕部に位置する内関穴が多く用いられてきた。既に塩見らも optokinetic motion sickness を誘発させた際の嘔気に対して内関穴への鍼刺激による作用を確認してきた¹⁰⁾。しかし、消化器愁訴の治療として用いられる経穴は下腿に位置する足三里穴や腹部の天枢穴などが用いられることもあり、内関穴への刺激が特異的なものかどうかは明確ではない⁴⁾。Sternらは、視覚性動揺病による嘔気に対して、内関穴と前腕の非経穴部への圧迫刺激の有効性を比較したところ、その差異はなく内関穴刺激の特異性は認められなかったことを報告している¹¹⁾。また、今井は嘔気を誘発した際には胃電図に dysrhythmia が確認されること、また、腹部への鍼刺激によって胃電図の振幅が減少し、四肢への鍼刺激では変化しないことを報告しており¹²⁾、四肢と腹部への鍼刺激における作用の違いがあるとしている。

胃電図は、Alvarezにより経皮的に胃の電気活動を記録する方法として報告され¹³⁾、近年では嘔気や嘔吐の評価に多く用いられている^{8,11,14,15)}。

本研究ではこれらの知見から、optokinetic drumを用いて視覚性動揺病を誘発した際の胃電図の dysrhythmia に対する作用と、嘔気を主症状とする動揺病に対する効果が四肢および腹部の経穴への鍼通電刺激により異なるかどうかを評価した。

II. 方法

1. 対象

消化器疾患、内耳疾患、中枢神経疾患の既往歴のない健常男性40名(平均年齢23.4±5.6歳)を対象とした。被験者は、乱数表を用いてランダムに無刺激群、内関穴刺激群、足三里穴刺激群、天枢穴刺激群の4群に割り振った。

なお、本研究は明治国際医療大学倫理委員会から承認を得たものであり(承認番号25-93)、実験前に口頭と書面にて内容を説明し被験者の同意を得た上で実施した。

2. 視覚性動揺病(motion sickness)の誘発方法

内部に白と黒のストライプが描かれた直径75cm、高さ91.5cmのoptokinetic drumを用いて視覚性動揺病を誘発した。刺激条件は過去の報告を元に^{10,16)}、被験者をdrumの中央に座らせた状態で時計回りに60°/secの速さで15分間drumを回転させ動揺病を



図1 視覚性動揺病を誘発させる optokinetic drum
直径76cm、高さ91.5cmのdrumで、内部には白黒の縦のストライプが交互に描かれている。drumの中央に被験者を座らせ、テレビモニターにて監視をしながら時計回りに60°/secの速さでdrumを回転させると視覚性動揺病を誘発させる。

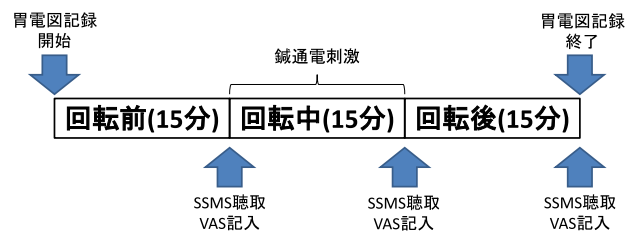


図2 研究手順

drum回転前・回転中・回転後各15分間、合計45分間胃電図を座位にて記録した。鍼通電刺激はdrum回転直前から鍼を刺入、被験者が通電による刺激感覚を得る程度(5-10V)の通電刺激を行い、回転終了直後に鍼を抜いた。SSMS・VASはdrum回転直前・回転終了直後・回転終了15分後に、被験者自身に記入させた。

誘発した(図1)。drumの内部に設置したCCDカメラにより外部モニターで被験者の様子を確認しながら回転前15分、回転中15分、回転後15分、計45分間にわたる測定を行った(図2)。

安全を確保するため、停止用スイッチを被験者自身に持たせ、実験中に我慢できないほどの嘔気やその他の症状を訴えた場合には、自身でドラムを即座に停止できるようにした。

3. 胃電図の記録・解析方法

胃電図の記録はポータブル型胃電図記録計(EGS2:ニプロ胃電計)を用いてディスプレイ型皿電極(ビトロードM:日本光電社製)を、胸骨剣状突起と臍の中間から外方の胸骨弓と重なる2点に電極を装着し、sampling周波数1Hzの設定で胃電図を記録した。記録データはoff lineでパーソナルコンピュータに転送し、専用解析ソフト(グラム社製)で、256秒毎にfast fourier transform (FFT)解析を経て、power spectrumを算出した。解析は、

Sternらの報告に従い¹⁴⁾ 0-9cycle/minute (cpm) を胃電図の出現帯域と定義し、このうち 0-2cpm を遅波成分、2-4cpm を正常波成分、4-9cpm を速波成分として、各成分の占める power の割合を演算し、各群において比較した。

4. Motion sickness および嘔気症状の評価

Motion sickness の評価には塩見らの報告を参考に¹⁰⁾、subjective symptoms of motion sickness (SSMS スコア) と visual analogue scale (VAS) を用いた。SSMS スコアは、Graybielらにより作成された評価表であり¹⁷⁾、視覚性動揺病に伴う嘔気・めまい・うとうと感・頭痛・熱感・発汗・唾液分泌増加の7項目の症状を自覚した場合は記入し、4-6段階で評価した。また、各項目の()内が点数であり、最大49点となるものである(図3)。さらに嘔気症状についてその強さの程度をVASで評価した。VASは100mmのものを使用し、0を「嘔気が全くない状態」、100を「嘔吐を伴う重大な嘔気」とした。これらSSMSスコアとVASは、drum回転前、回転直後、回転後15分の時点で被験者自身に記入させた。

5. 鍼通電刺激の条件

鍼は鍼長50mm、直径0.20mmのステンレス鍼(セイリン社製)を用いて、内関穴刺激群は内関穴へ、足三里穴刺激群は足三里穴へ、天枢穴刺激群は天枢穴にそれぞれドラム回転直前に左右の経穴へ約15mm刺入し、被験者が痛みを感じるならば再度刺入を行い、drum回転負荷時の15分間にわたって鍼通電刺激を行った。鍼通電は過去の報告を元に^{8,18,19)}、Ohm Pulser, LFP-4000A(全医療器社)を

用い、非対称両極パルス波(10Hz, パルス幅0.26ms)で刺激した。刺激強度は被験者が通電による刺激感覚を得る程度(5-10V)とした。

6. 統計解析

各データの統計解析はJ-STAT(ver 16.1, 作成者:佐藤真人)を用いて、Bartlett検定にて分散を確認した後、Kruskal Wallis検定を用いて比較を行った。また、各データの回転前の値を群間でKruskal Wallis検定を行った。本研究では、得られた結果の解析にあたり、4群のデータをそれぞれ群内比較として提示した。ランダムに割り付けた結果に対する解析方法としては群間比較を行うのが適切とされているが、今回の結果はいずれの群においても分散がきわめて大きく正規分布を前提とした通常の分散分析ならびに多重比較法を適用することができなかったため、次善の対応として群内比較を行った。

III. 結果

1. 胃電図の波形の変化

各群10名中においてdrum回転負荷を完遂できた者は、無刺激群7名、内関穴刺激群10名、足三里穴刺激群10名、天枢穴刺激群9名であった。即ち、強い嘔気の為drum回転負荷を中止し、実験を中断した者は無刺激群3名、天枢穴刺激群1名であり、内関穴刺激群と足三里穴刺激群では認められなかった。

無刺激群と天枢穴刺激群ではdrum回転によって胃電図の速波成分が回転前と比較し、回転中で有意に増加し(無刺激群 $p < 0.01$, 天枢穴刺激群 $p < 0.05$)、これは回転終了後でも回転前と比較し、回転後で有意に増加したままであった($p < 0.01$)。内関穴刺激群および足三里穴刺激群ではdrum回転前、回転中、回転後にかけても有意な差は得られなかった(図4)。

そして、無刺激群および天枢穴刺激群ではdrum回転に伴い胃電図の正常波成分が回転前と比較し、回転中では有意に減少し(無刺激群 $p < 0.01$, 天枢穴刺激群 $p < 0.05$)、drum回転終了後も回転前と比較し、回転後で有意に減少したままであった($p < 0.01$)。しかし、内関穴刺激群および足三里穴刺激群では有意な変化は得られなかった(図5)。

また、全群でdrum回転前、回転中、回転後の遅波成分の比較では有意な差は認められなかった(図6)。

2. SSMSスコアの変化

drumの回転と共に各群で回転前と比較し、回転中ではSSMSスコアの増加が認められ、全群で

めまい	頭痛	熱感	発汗	うとうと感	唾液過多	嘔気
軽度(1)	軽度(1)	軽度(1)	軽度(2)	軽度(2)	軽度(2)	嘔気発症(1) 中等度(8)
中等度(2)	中等度(2)	中等度(2)	中等度(4)	中等度(4)	中等度(4)	不快感(2) 嘔吐(16)
強度(3)	強度(3)	強度(3)	強度(8)	強度(8)	強度(8)	軽度(4)

図3 使用した subjective symptoms of motion sickness (SSMS スコア)

視覚性動揺病に伴う嘔気・めまい・うとうと感・頭痛・熱感・発汗・唾液分泌増加の7項目の症状を自覚した場合は記入し、4-6段階で評価した。また、各項目の()内が点数であり、最大49点となるものである。この評価表をdrum回転直前、回転終了直後、回転終了15分後に被験者自身に記入させた。

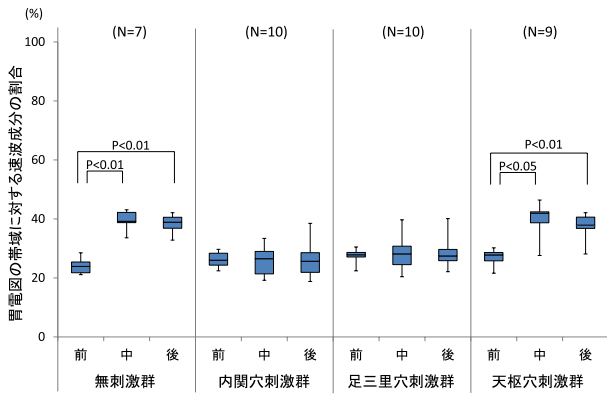


図4 胃電図における速波成分 (4-9cpm) の結果
縦軸を胃電図の帯域 (0-9cpm) に対する速波成分 (4-9cpm) の割合、横軸を各群における drum 回転前 (前)・回転中 (中)・回転後 (後) として表した。また、回転中に被験者が通電による刺激感覚を得る程度の鍼通電刺激を行った。無刺激群・天枢穴刺激群では drum 回転前と比較し、drum 回転によって遅波成分は有意に増加し (無刺激群 $p < 0.01$, 天枢穴刺激群 $p < 0.05$)、回転終了後も回転前と比較し、有意に増加したままであった ($p < 0.01$)。内関刺激群・足三里刺激群では回転前・回転中・回転後では有意な差は得られなかった。

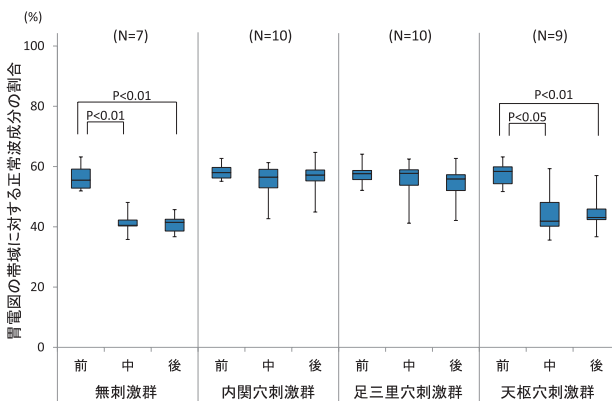


図5 胃電図における正常波成分 (2-4cpm) の結果
縦軸を胃電図の帯域 (0-9cpm) に対する正常波成分 (2-4cpm) の割合、横軸を各群における drum 回転前 (前)・回転中 (中)・回転後 (後) として表した。また、回転中に被験者が通電による刺激感覚を得る程度の鍼通電刺激を行った。無刺激群・天枢穴刺激群では drum 回転前と比較し、drum 回転によって正常波成分は有意に減少し (無刺激群 $p < 0.01$, 天枢穴刺激群 $p < 0.05$)、回転終了後も回転前と比較し、有意に減少したままであった ($p < 0.01$)。内関刺激群・足三里刺激群では回転前・回転中・回転後では有意な差は得られなかった。

有意に増加した (無刺激群・足三里穴刺激群・天枢穴刺激群 $p < 0.01$, 内関穴刺激群 $p < 0.05$)。drum 回転終了後も回転前と比較して、有意に増加したままであった ($p < 0.01$) (図7)。

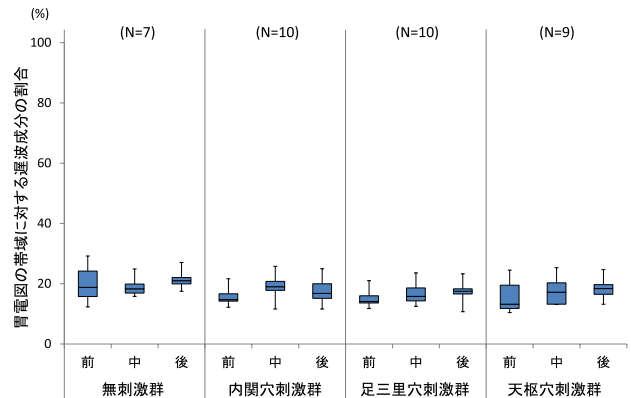


図6 胃電図における遅波成分 (0-2cpm) の結果
縦軸を胃電図の帯域 (0-9cpm) に対する速波成分 (0-2cpm) の割合、横軸を各群における drum 回転前 (前)・回転中 (中)・回転後 (後) として表した。また、回転中に被験者が通電による刺激感覚を得る程度の鍼通電刺激を行った。全群で drum 回転前・回転中・回転後での有意な差は得られなかった。

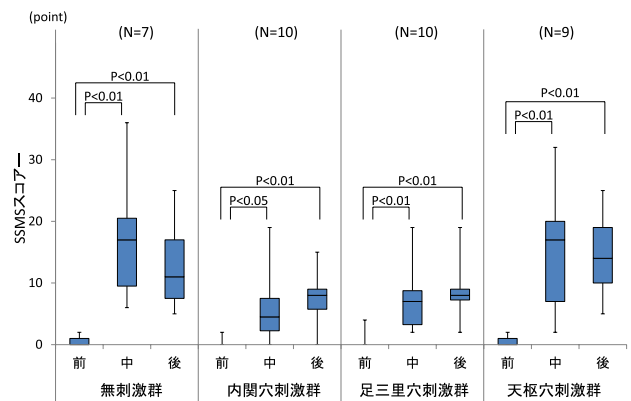


図7 SSMS スコアの結果
縦軸を聴取した嘔気・めまい・うとうと感・頭痛・熱感・発汗・唾液分泌増加の7項目をそれぞれの症状の程度に応じて、4-6段階の評価を行った合計 point、横軸を各群における drum 回転前 (前)・回転中 (中)・回転後 (後) として表した。また、回転中に被験者が通電による刺激感覚を得る程度の鍼通電刺激を行った。全群で drum 回転前と比較し、drum 回転によって SSMS は有意に増加し (無刺激群・足三里穴刺激群・天枢穴刺激群 $p < 0.01$, 内関穴刺激群 $p < 0.05$)、回転終了後も回転前と比較し、有意に増加したままであった ($p < 0.01$)。

3. 嘔気症状の変化

VAS を用いて嘔気症状を評価したところ、drum 回転前の VAS は当然ながら全群共に認められず 0mm であった。しかし、drum 回転負荷により嘔気が誘発された。無刺激群および天枢穴刺激群では drum 回転によって回転前と比較し、回転中では VAS は有意に増加した ($p < 0.01$)。内関穴刺激群お

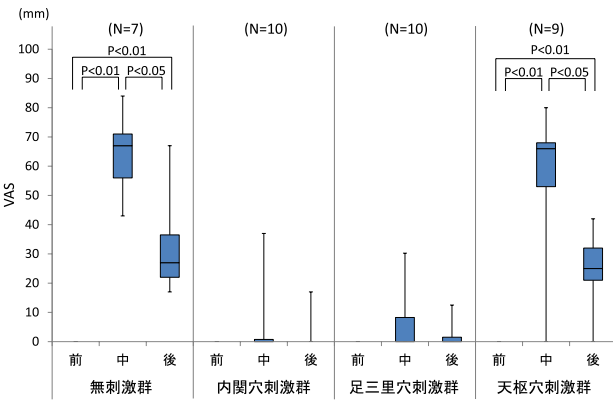


図8 VASの結果

VASは100mmのものを使用し、0を「嘔気が全くない状態」、100を「嘔吐を伴う重大な嘔気」と設定し、測定したものを縦軸、横軸を各群におけるdrum回転前(前)・回転中(中)・回転後(後)として表した。また、回転中に被験者が通電による刺激感覚を得る程度の鍼通電刺激を行った。

無刺激群・天枢穴刺激群ではdrum回転によってVASは有意に増加し($p < 0.01$)、回転後では減少したが($p < 0.05$)、回転前と比較すると回転後は有意に高かった($p < 0.01$)。

よび足三里穴刺激群においては、全体のVASの値において有意な差は認められなかった(図8)。

IV. 考察

ヒトの胃の蠕動運動は1分間に3回程度発生し、胃体部からゆっくりと蠕動が幽門に向かって伝播し幽門が開くと胃の内容物が十二指腸に送り出される。この蠕動波の頻度、速度、方向を決める筋原性要素が、胃体上部大彎側のペースメーカー細胞から発信される約3cpmの緩徐電位(slow potential)であり、これが胃電図の基本周波数、正常波成分である¹³⁾。健常な日本成人の胃電図の解析では正常波成分の値が60-70%であり¹⁴⁾、健常者においても摂食負荷²⁰⁾や心理ストレス²¹⁾により正常波成分が減少し、速波成分および遅波成分が増加することが報告されている。しかし、optokinetic drumを用いてmotion sicknessを引き起こした際には正常波成分が減少し、速波成分が増加するが、遅波成分は変化しないことが報告されている¹⁶⁾。また、嘔気症状に対する経穴刺激の作用として、Linらは健常人に対して内関穴と足三里穴への鍼通電を行うことでdysrhythmiaが抑制されることを示した²²⁾。また、Chenらは非潰瘍性胃腸症患者(non-ulcer dyspepsia)を対象に足三里穴への鍼刺激を行い、胃電図dysrhythmiaの改善と共に消化器愁訴の改善が得られたことを報告している²³⁾。今回はこれらの報告のように、鍼通電刺激によって胃電図の正常波成分の

周期をどれだけ安定させことができ、optokinetic drumによって引き起こされた嘔気症状をどれだけ軽減できるかを検討した。

今回用いたoptokinetic drumにより無刺激群ではdrumの回転により、有意な正常波成分の減少、速波成分、VAS、SSMSスコアの増加が認められ、過去の報告と同様に¹⁰⁾視覚性動揺病を誘発できたものと考えられる。また、optokinetic drumを用いた刺激であるため、過去の報告と同様に¹⁶⁾胃電図の遅波成分は変化しなかった。

嘔気に対する内関穴刺激の効果として、Dundeeらは外科手術後や化学療法に伴う嘔気に対し、10Hzでの内関穴への鍼通電が有効であることを報告している¹⁸⁾。そしてHuらは、Dundeeらと同様の刺激周波数で内関穴へTENS刺激を行った場合、motion sickness症状の軽減や胃電図dysrhythmiaの改善が得られたことを報告しており¹⁹⁾、嘔気症状に対する鍼治療部位として内関穴が効果的とされてきた。また、胃電図のdysrhythmiaは迷走神経の刺激によって正常化されることが明らかとなっており、SatoらおよびTatewakiらは四肢への鍼刺激は迷走神経を興奮させ胃運動を亢進させることを示している²⁴⁻²⁶⁾。

本研究ではこれらの報告を背景としてoptokinetic motion sickness誘発時における症状に対して内関穴が特異的な効果を示すのかどうかを、下肢に位置する足三里穴および腹部の経穴である天枢穴と比較し確認した。その結果、内関穴と足三里穴のいずれの経穴への鍼通電刺激によってもmotion sicknessに伴う嘔気および胃電図のdysrhythmiaの抑制効果が認められた。しかしながら腹部の経穴である天枢穴では効果が認められなかった。これまでに腹部への鍼刺激は交感神経を介して胃運動や胃電気活動を抑制することが明らかとなっているが、嘔気症状にその応用をした報告は見受けられない。また、胃電図の遅波成分は過去の報告同様、drum回転刺激を行っても有意な差は全群で得られなかった。本研究では、四肢と腹部への鍼刺激が嘔気症状および胃電図dysrhythmiaに異なる作用を示すかどうかを確認した点の特徴でもある。

その結果、無刺激群と天枢穴刺激群ではdrum回転に伴い、胃電図、SSMS、VASの有意な増加が認められ、強い嘔気のため実験停止した被験者が3名いた。しかしながら、内関穴および足三里穴刺激群では実験を停止する例はなくすべての行程を完遂でき、より効果のあることを示した。同様の実験システムを用いた塩見らは2分おきにSSMS聴取したところ、内関穴への鍼通電刺激はmotion sicknessを

抑制する傾向にあるとしながらも有意な差を得ていない。そして、胃電図の dysrhythmia に対する効果は鍼を刺すのみの置鍼群でも効果が得られたことを報告した¹⁰⁾。本研究での SSMS スコアの聴取は optokinetic drum 回転直前、回転終了直後、回転終了時の 15 分おきの測定により詳細に motion sickness 症状を確認した。その結果、内関穴および足三里穴への鍼通電刺激により胃電図の速波成分および正常波成分の割合において有意差は認められず、内関穴および足三里穴への鍼通電刺激により VAS においても有意差は認められていない。一方 SSMS スコアでは内関穴および足三里穴への鍼通電刺激によって有意差が認められている。SSMS スコアは motion sickness 各症状を反映し、VAS および胃電図の速波成分および正常波成分の割合は motion sickness 症状の中でも嘔気を強く反映しているため、内関穴および足三里穴への鍼通電刺激は、optokinetic drum によって誘発される嘔気を強く制御することが考えられた。本検討では 15 分おきに SSMS スコアを測定したが、2 分おきに測定するなど、詳細な推移の変化を捉えることで、VAS および胃電図の速波成分および正常波成分の割合と同様の結果を捉えられることも考えられる。また、塩見らの検討では鍼通電刺激は有意差が出る程の効果は得られなかったとしている。通電機器が異なるため一概には言えないが、刺激頻度は共に 10Hz であるが、塩見らの検討と比較し本検討では刺激強度が低く設定されている。Noguchi らは麻酔下ラットの後肢足蹠に体性神経の III 群や IV 群線維が興奮するのに十分な強度で鍼通電刺激を行うと、筋の交感神経活動に反射性反応が生じ、その結果、筋血流の減少が生じると報告している²⁷⁾。また、内関穴への鍼通電刺激が嘔気、嘔吐を抑制し、胃電図の dysrhythmia を抑える報告もあることから²⁸⁾、optokinetic drum により誘発される症状の抑制および胃電図の正常波成分の周期の安定には刺激強度が重要であり、刺激強度を強くすると交感神経が興奮し、嘔気を抑制しないことが考えられた。

Stern らも同様の optokinetic drum を用いたシステムで引き起こされる嘔気に対して、内関穴および前腕の非経穴部への圧迫刺激 (acupressure) を行い、比較したところいずれも有意な motion sickness の抑制を示し、内関穴と非経穴部との違いが無いことを報告している¹¹⁾。本研究では非経穴部を設定していないが、内関穴および足三里穴の四肢への刺激は効果があるものの腹部への鍼通電では効果が得られなかった。

視覚性動揺病に伴う嘔気のみカニズムは、不明な

点が多いながらも感覚混乱説が挙げられている²³⁾。入力された感覚情報と、予想された空間知覚情報との比較がなされ、それらの整合がとれない場合、新たな感覚情報の再処理が始まると共に、感覚情報の混乱による信号のミスマッチが発生する。この信号のミスマッチは、大脳辺縁系による修飾を受けた後、視床下部を介して自律神経機能の失調を主体とした様々な乗り物酔いの症状を引き起こすとされる。そして、内耳の前庭迷路からの刺激が副腎皮質刺激ホルモン放出ホルモンを分泌させ、線条体に存在するドパミン受容体 D1 を介してバソプレシンを血中に分泌させることが知られている²⁹⁾。分泌されたバソプレシンは第 4 脳室最後野に存在する化学受容器引き金帯を刺激し、ヒスタミン、セロトニンを伝達物質として、延髄の迷走神経背側核付近に存在する嘔吐中枢を刺激し、その結果、嘔吐中枢から迷走神経を介し消化管運動の dysrhythmia を引き起こし、嘔気、嘔吐が誘発されると考えられている。今回四肢への鍼通電で得られた胃電図の dysrhythmia の改善は、視覚刺激によって嘔吐中枢からの迷走神経の活動が抑制され、消化管運動の dysrhythmia が引き起こされていたが、鍼通電刺激によっても迷走神経活動が亢進し^{25,26)}、改善させていることが想定され、その作用は内関穴に特異的なものではないことが明らかとなった。実際、ラットへのバソプレシンの腹腔内投与を行った際、胃排出能の低下を確認し、これが足三里への鍼通電で改善することを確認した³⁰⁾。

他の報告において、Koch は optokinetic motion sickness や内耳刺激を介した悪心、嘔吐では血中のバソプレシン濃度の有意な上昇得られることを報告し³¹⁾。また、静脈内へのバソプレシン投与によりヒト^{32,33)} およびイヌ^{34,35)} で嘔気・嘔吐が誘発されることが周知となっている。さらに、Tatewaki らは静脈内にバソプレシンを投与したイヌに鍼通電を行い、reching の回数とストレインゲージで記録した胃運動の逆蠕動が内関穴への 10Hz 鍼通電刺激で抑制され、その効果はナロキソンメチオジドの静脈内投与で拮抗されることを確認し、上位中枢における内因性オピオイドが作用メカニズムとして関係していることを示した²⁴⁾。われわれもラットでの実験において同様の結果を確認した³⁰⁾。

以上のことから、optokinetic motion sickness によって生じた信号のミスマッチが発生し、バソプレシンが化学受容器引き金帯を介し嘔気や嘔吐を誘発し、それを制御する機序は上位中枢における内因性オピオイドが大きく関わっていることが考えられる。そして、内関穴や足三里穴への鍼通電刺激は optokinetic motion sickness で誘発される嘔気を制御

し制吐効果を示す効果があることを示した。

また、本研究では嘔気症状に対して内関穴への鍼通電が特異的な作用を示すわけではないことも示した。胃電図の dysrhythmia は迷走神経の刺激によって正常化されることが明らかとなっており、四肢への鍼刺激は求心性神経経路を刺激部位の皮膚と筋の求心性神経、遠心性経路は遠心性胃迷走神経で構成され、迷走神経を興奮させることで胃運動を亢進させ、その反射中枢には脳が存在が必要であることを示している、一方、腹部刺激の求心性神経経路は腹部皮膚と筋の求心性神経、遠心性神経経路は胃交感神経で構成され、胃運動を抑制し、その反射中枢は脊髄にある²⁴⁻²⁶⁾。以上のことから四肢への鍼刺激は迷走神経を遠心性に亢進させ、胃電図の dysrhythmia を改善させ、嘔気の改善させる。しかし、腹部への鍼刺激は胃交感神経を遠心性に亢進させるため、嘔気の改善は認められなかった。つまり、内関穴への鍼通電は特異的な反応では無く、足三里穴を含む四肢への刺激によって、嘔気を中心とする motion sickness 症状の改善や胃電図 dysrhythmia の制御を行うことが考えられた。

V. 結語

今回、optokinetic drum による視覚性動揺病に対して内関穴、足三里穴、天枢穴へ鍼通電刺激を行い、胃電図、SSMS スコア、VAS を用いて比較検討を行った。その結果、内関穴および足三里穴への鍼刺激により胃電図の正常波形成分の増加および嘔気を伴う motion sickness 症状の抑制効果が認められた。しかし、天枢穴への鍼刺激ではそのような効果は認められなかった。以上のことから、四肢への鍼刺激により迷走神経を遠心性に亢進させることで、胃電図の dysrhythmia を改善させ、嘔気の改善させることが考えられた。

文献

1. 氏家弘裕:映像酔い。映像情報メディア学会誌, 61(8): 1122-1124, 2007.
2. 武田憲昭:動揺病と嘔吐のメカニズム。耳鼻咽喉科臨床学会誌, 補 41: 197-207, 1991.
3. 松永亨, 武田憲昭:動揺病と宇宙酔い。耳鼻咽喉科臨床学会誌, 81(8): 1095-1120, 1988.
4. 野口榮太郎, 今井賢治, 角谷英治ら:消化器症状に対する鍼灸の効果。全日本鍼灸学会誌, 51(4): 466-491, 2001.
5. Lee A, Done ML: The use of nonpharmacologic

- techniques to prevent postoperative nausea and vomiting: a meta-analysis. *Anesth Analg*, 88(6): 1362-1369.
6. Imai K, Ariga H, Chen C, et al.: Effects of electroacupuncture on gastric motility and heart rate variability in conscious rats. *Auton Neurosci*, 138(1-2): 91-98, 2008.
7. Acupuncture: NIH Consensus Statement, 15(5): 3-5, 1997.
8. Hu S, Strizel R, Chandler A, et al.: P6 acupressure reduces symptoms ofvection-induced motion sickness. *Aviat Space Environ Med*, 66(7): 631-634, 1995.
9. Chu H, Li MH, Juan SH, et al.: Effects of transcutaneous electrical nerve stimulation on motion sickness induced by rotary chair: a crossover study. *J Altern Complement Med*, 18(5): 494-500, 2011.
10. 塩見真由美, 今井賢治, 咲田雅一:胃電図を指標とした optokinetic motion sickness に対する鍼刺激の影響について。全日本鍼灸学会雑誌, 53(1): 71-80, 2003.
11. Stern RM, Jokerst MD, Muth ER, et al.: Acupressure relieves the symptoms of motion sickness and reduces abnormal gastric activity. *Altern Ther Health Med*, 7(4): 91-95, 2001.
12. 今井賢治:鍼刺激が引き起こすヒトの胃電図, 瞬時心拍数および交感神経性皮膚反応の変化とその機序に関する研究。明治鍼灸医学, 19: 45-55, 1996.
13. Alvarez WC: The electrogastrogram and what it shows. *J Am Med Assoc*, 78: 1116-1119, 1922.
14. Stern RM, Koch KL, Leibowitz, et al.: Tachygastria and motion sickness. *Aviat Space Environ Med*, 56(11): 453-455, 1985.
15. Bruce DG, Golding JF, Phil D, et al: Acupressure and motion sickness. *Aviat Space Environ Med*, 61(4): 361-365, 1990.
16. Imai K, Kitakoji H, Sakita M: Gastric arrhythmia and nausea of motion sickness induced in healthy Japanese subjects viewing an optokinetic rotating drum. *J Physiol Sci*, 58(5): 341-345, 2006.
17. Graybiel A, Wood CD, Miller EF, et al.: Diagnostic criteria for grading the severity of acute motion sickness. *Aerosp Med*, 39: 453-455, 1968.
18. Dundee JW, Mcmillan C: Positive evidence for P6 acupuncture antiemesis. *Postgrad Med J*, 67(787): 417-422, 1991.
19. Hu S, Stern RM, Koch KL: Electrical acustimula-

- tion relieves vection-induced motion sickness. *Gastroenterology*, 102(6): 1854-1858, 1992.
20. 永井成美, 森谷敏夫: 摂食する食品の種類が朝の胃運動と食欲に及ぼす影響—消化器からみた朝食“からだ目覚め効果”の検討—。浦上財団研究報告書, 19: 59-68, 2012.
 21. Yin J, Levanon D, Chen JD: Inhibitory effects of stress on postprandial gastric myoelectrical activity and vagal tone in healthy subjects. *Neurogastroenterol*, 16: 737-744, 2004.
 22. Lin X, Liang J, Ren J, et al.: Electrical stimulation of acupuncture points enhances gastric myoelectrical activity in humans. *Am J Gastroenterol*, 92(9): 1527-1530, 1997.
 23. Chen R, Kang M: Observation on frequency spectrum of electrogastrogram (EGG) in acupuncture treatment of functional dyspepsia. *J Tradit Chin Med*, 18(3): 184-187, 1998.
 24. Tatewaki M, Carmen S, Fukuda C, et al.: Effects of acupuncture on vasopressin-induced emesis in conscious dogs. *Am J Physiol Integr Comp*, 288(2): 401-408, 2004.
 25. Sato A, Sato Y, Shimada F, et al.: Changes in gastric motility produced by nociceptive stimulation of the skin in rats. *Brain Res*, 87(2-3): 151-159, 1975.
 26. Sato A, Sato Y, Suzuki A, et al.: Neural mechanisms of the reflex inhibition and excitation of gastric motility elicited by acupuncture-like stimulation in anesthetized rats. *Neurosci Res*, 18(1): 53-62, 1993.
 27. Noguchi E, Ohsawa H, Kobayashi S, et al.: The effect of electro-acupuncture stimulation on the muscle blood flow of the hindlimb in anesthetized rats. *J Auton Nerv Syst*, 75: 78-86, 1999.
 28. 北出利勝, 今井賢治: ニューロモデュレーション 疼痛治療とその周辺 鍼刺激療法. *ペインクリニック*, 26: S313-S321, 2005.
 29. 本郷道夫, 稲葉ひとみ: 悪心・嘔吐. *Molecular Medicine*, 35 (臨時増刊): 108-109, 1998.
 30. 加藤慎吾, 濱本健太郎, 武島千明ら: vasopressin 腹腔内投与によるラット胃排出能遅延と鍼通電の効果. *全日本鍼灸学会誌*, 64: 194, 2015.
 31. Koch KL: A noxious trio: nausea, gastric dysrhythmias and vasopressin. *Neurogastroenterol Mot*, 9: 141-142, 1997.
 32. Rowe JW, Shelton RL, Helderman JH, et al.: Influence of the emetic reflex on vasopressin release in man. *Kidney Int*, 16: 729-735, 1979.
 33. Kim MS, Chey WD, Owyang, et al.: Role of plasma vasopressin as a mediator of nausea and gastric slow wave dysrhythmias in motion sickness. *Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol*, 272: 853-862, 1997.
 34. Carpenter DO, Briggs DB, Strominger N: Peptide-induced emesis in dogs. *Behav Brain Res*, 11: 277-281, 1984.
 35. Chen JD, Qian L, Ouyang H, et al.: Gastric electrical stimulation with short pulses reduces vomiting but not dysrhythmias in dogs. *Gastroenterology*, 124: 401-409, 2003.

Effects of electroacupuncture on motion sickness — Comparison of different acupoint sites —

Shingo Katoh¹⁾, Kenji Imai²⁾, Hiroshi Kitakoji³⁾

¹⁾ *Meiji University of Integrative Medicine, Postgraduate School*

²⁾ *Meiji University of Integrative Medicine, Department of Clinical Acupuncture and Moxibustion*

³⁾ *Department of Acupuncture and Moxibustion, Faculty of Health Sciences, Teikyo Heisei University*

Abstract

Aims: This study aimed to compare the effects of acupuncture stimulation to PC6, ST36 and ST25 on motion sickness and gastric dysrhythmia induced by optokinetic drum rotation.

Methods: Subjects were divided into control (n=7), PC6 (n=10), ST36 (n=10) and ST25 (n=10) groups. For each group, motion sickness was induced by the optokinetic drum. Electrogastragrams (EGGs) were recorded for each subject before, during and after 15 min of optokinetic drum rotation. Subjective symptoms of motion sickness were evaluated using a visual analogue scale (VAS). Excluding the control group, electroacupuncture was performed for each group during the 15 min of optokinetic drum rotation.

Results: The severity of nausea, one of the primary symptoms of motion sickness, was suppressed and the percentage of normal activity in the 2-4 cpm band on the EGGs was increased earlier after drum rotation exposure in the PC6 and ST36 groups than the control and ST25 groups.

Conclusion: Electroacupuncture stimulation to PC6 and ST36 suppresses the symptoms of nausea induced by motion sickness and gastric dysrhythmia.