ホルター心電図から見た東日本大地震の影響

松田ひろみ¹ 伊東春樹^{2*} 土田博子¹ 高橋佳苗¹
 藤井綾乃¹ 田邊紀子¹ 波多野由美¹ 前田知子¹
 阪口恵美¹ 山本享子¹ 堀川良史² 住吉徹哉²

【要旨】2011年3月11日に起きた東日本大地震(東京にて震度5強)が心電図にどのような変化を与えたのか, ホルター心電図から検討した. 対象は, 地震発生時に当院にてホルター心電図を装着していた患者30名. 心拍数, ST変化, 心拍変動解析による全周波成分(TF), 高周波成分(HF), 低周波成分・高周波成分比(L/H), 超低周波成分(VLF)について, 地震発生の前と後5分間, 10分間, 30分間における各指標の変化の程度や持続時間ならびに年齢・性別による違いについて調査した. 結果は, 地震によって心拍数は増加し, STは低下した. TFは地震発生前に比し増加, HFは低年齢層では減少したが高年齢層では増加した. また, L/Hは低年齢層では増加したが高年齢層では減少, VLFは全体的に増加する傾向が見られた. 高年齢層においてHFが増加し副交感神経活性の上昇が見られたのは, 地震によって前失神状態・驚愕反応に近い状態になったためではないかと推測された.

(心電図, 2014; 33: 429~436)

I. はじめに

2011年3月11日に未曾有の大地震, 東日本大地震が発生した. 2012年の日本循環器学会学術集会

Keywords ●東日本大地震
 ●ホルター心電図
 ●驚愕反応

1 公益財団法人日本心臓血管研究振興会榊原記念クリニック検査科
 (〒163-0804 東京都新宿区西新宿2-4-1新宿NSビル4階)

2 公益財団法人日本心臓血管研究振興会附属榊原記念病院循環器内科
 *は責任著者を示す

および欧州心臓病学会議において, この地震以後数週間で宮城県では心不全, 急性冠症候群および脳卒中などが急増し, それらの発生率は疾患により異なった時間経過を示したという報告がなされた¹⁾. しかし, 地震による心電図および自律神経の急性変化に関する報告は見当たらない. そこで今回, 地震発生の直後から数時間にわたり, 地震の心電図波形・心拍数・心拍変動(HRV)に対する影響を, 地震発生時刻にホルター心電図記録器を装着していた患者の記録波形から調査したので, 報告する.

Effects of the Great East Japan Earthquake on the Holter Electrocardiogram

Hiromi Matsuda, Haruki Itoh, Hiroko Tsuchida, Kanae Takahashi, Ayano Fujii, Noriko Tanabe, Yumi Hatano, Tomoko Maeda, Megumi Sakaguchi, Kyoko Yamamoto, Yoshifumi Horikawa, Tetsuya Sumiyoshi

2013年5月21日 原稿受領 / 2013年11月6日 掲載承認

II. 対 象

地震発生の前と後30分間を含む時間帯に、当院にてホルター心電図を装着していた患者30名(年齢 61 ± 9 歳, 男性18名, 女性12名)を対象とした。このうち基礎疾患に虚血性心疾患を有するのは8名であった。また、 β 遮断薬は6例、ベラパミルは1例、ジルチアゼムは1例、アンジオテンシン変換酵素阻害薬は2例、アンジオテンシンII受容体拮抗薬は8例に投与されていた。また、次の患者は本調査から除外した。

- ① 心拍数変化の調査から除外：頻繁に期外収縮を認める患者、心房ペースングの患者
- ② ST変化の調査から除外：脚ブロックを有する患者、心室ペースングの患者
- ③ HRV変化の調査から除外：心房細動を有する患者、頻繁に期外収縮を認める患者、心房ペースングの患者

III. 方 法

日本光電工業社製ホルター心電図記録器 RAC-3103, 解析装置 DSC-3300, GMS社製 HRV解析システム MemCalc/Chiram²⁾を使用した。

1. 心拍数変化

地震発生の前と後5分間, 10分間, 30分間について各区間の平均心拍数を算出, 地震発生前後の相当する区間を比較するとともに, 年齢や性別による違いを検討した。

2. ST変化

地震発生の前と後5分間, 10分間, 30分間各区間のなかで, STが最も下降している部分の低下度を目視で計測して比較した。また, 基礎疾患に虚血性心疾患を有する群と非虚血群の違いを検討した。

3. 心拍変動解析における各指標の変化

HRV解析における全周波成分(TF), 高周波成分(HF), 低周波成分・高周波成分比(L/H), 超低周波成分(VLF)について, 地震発生の前と後5分間, 10分間, 30分間の平均値を算出, 年齢や性別によ

る違いを検討した。さらに, 地震発生前後のHFおよびL/Hの変化と心拍数変化との関係についても調査した。なお, 3Dスペクトル図を参考に, HF成分のピークが通常のHF領域の0.15~0.4 Hzから外れている場合は, その領域を0.25~0.5 Hzに移動して解析を行った。

4. 変化の持続時間

心拍数およびHRV解析における上記の各指標について, 地震発生後0~30分, 31~60分, 61~90分, と300分まで30分間ずつの平均値を算出し, 地震発生直前30分間の平均値と比較した。また, 地震発生前後のHFおよびL/Hの変化と心拍数変化との関係について調査した。

IV. 結 果

1. 心拍数変化

心拍数の平均値は, 地震発生前30分間, 10分間, 5分間は 86.7 ± 10.6 , 85.8 ± 10.0 , 85.7 ± 11.2 bpmで差を認めなかった。地震発生前5分間から地震発生後5分間では 85.7 ± 11.2 bpmから 99.5 ± 15.0 bpmに($p < 0.0001$), 前と後10分間では 85.8 ± 10.0 bpmから 99.7 ± 16.6 bpmに($p < 0.0001$), 前と後30分間では 86.7 ± 10.6 bpmから 95.9 ± 14.5 bpmに($p = 0.0007$), それぞれ有意に増加した(図1A)。変化率で見ると, 地震発生前5分間に比し地震発生後5分間では $16.8 \pm 16.5\%$, 10分間では $16.9 \pm 17.3\%$, 30分間では $12.5 \pm 14.8\%$ の増加を認めた(図1B)。変化の持続時間についてみると, 地震発生前30分間に比し, 地震発生後60分間までは有意に心拍数の増加を認めた($p = 0.0320$)(図2A)。また, 低年齢層では高年齢層に比し増加率が高い傾向があった(図2B)。

2. ST変化

STは地震発生前に比し, 地震発生後5分間, 10分間, 30分間でそれぞれ有意に低下した($p = 0.0095$, $p = 0.0057$, $p = 0.0021$)(図3)。虚血性心疾患を有する8例のうち1例ではその変化は著明であり, 地震発生前の同程度の心拍数時と比較して

図1
地震発生前後の平均心拍数の変化(A)と地震発生前5分間に比した平均心拍数の変化率(B)
平均心拍数は地震発生前に比し地震発生後に増加した. $n = 25$.

図2 心拍数変化の持続時間(A)と年齢に比した地震後30分間の心拍数の変化(B)
A: 地震発生前30分間と、その後の30分間ごとの平均心拍数を比較したところ、地震発生後60分までは心拍数の増加が見られた。
B: 男性と女性では差を認めず、低年齢層ほど心拍数の増加が強い傾向があった。

図 3

地震発生前後の最大 ST 低下

ST は地震発生前に比し、地震発生後に有意に低下した。n = 26.

図 4

虚血性心疾患患者における地震発生前後の ST 変化の 1 例

58 歳男性、冠動脈バイパス術後。同程度の心拍数であっても、地震発前に比し地震発生後に著明な低下を認めた。

も、その差は明らかであった(図 4)。変化の持続時間についてみると、地震発生前 30 分間と比較し、地震発生後 60 分間までは有意に ST の低下を認め ($p = 0.0016$)、心拍数変化の持続時間と同様の結果となった。

3. 心拍変動解析における各指標の変化

全体で見ると、地震発生前に比し地震発生後に TF は増加、HF と L/H は不変、VLF は増加を認めた(図 5)。また、HF は地震発生後に低年齢層では減少し、高年齢層では増加する傾向が見られ、年齢とともに有意に増加した($p = 0.0230$)。L/H は地震発生後に低年齢層では増加し、高年齢層では減少する傾向が見られ、年齢とともに有意に減少した($p = 0.0263$)。VLF の増加率は低年齢層に比し高年齢層

で高い傾向にあった。($p = 0.0306$) (図 6)。いずれも男女差は認めなかった。副交感神経活動度を示すと思われる HF と心拍数変化の関係についてみると、心拍数の増加率が高いほど HF の増加率は低かった($p = 0.0013$)。また、心拍数の増加率が高くなるとともに L/H の増加率も高くなった($p = 0.0039$) (図 7)。

なお、全体を通して、 β 遮断薬服用患者は 6 例と少なく、かつ非服用患者に比して特に変化に差は見られなかった。

図5 心拍変動の各指標における地震発生前に対する地震発生後の変化

TFは地震発生後10分間までは有意に増加したが、HF、L/Hは不変であり、VLFは30分間まで有意に増加した。

TF：全周波成分，HF：高周波成分，L/H：低周波成分・高周波成分比，VLF：超低周波成分

V. 考 察

東日本大震災は、東日本に地震による多大な被害をもたらした。なかでも東北地方の沿岸部においては津波による被害を主体として、多くの犠牲者を出した。このような大きな災害は、身体的のみならず精神的にも大きな影響を与え、循環器領域でも心不全、急性冠症候群、脳卒中などの発症が増加したと

報告されている¹⁾。東京でも震度5強を記録し、多くの市民にとっては、かつて経験したことのないほどの揺れであった。今回、偶然にその発生時刻において、診療目的でホルター心電図記録器を装着していた症例について、地震時の心電図波形、心拍数、ならびにHRVを後ろ向きに検討した。

地震はほぼ全例の心拍数の増加およびSTの低下をもたらした。その持続は30～60分間におよんだ。ST低下の多くは上向き型で、心拍数の増加によるものと考えられたが、一部の虚血性心疾患患者においては虚血状態を疑わせる有意なST変化をもたらした。

心拍数は、地震発生前30分間では平均約87 bpm、5分間では約86 bpmと明らかな変動はなかった。しかし、地震発生後の5分間・10分間では約100 bpmへ増加し、30～60分間にわたり、有意に持続していた。また、この増加傾向には男女差は見られず、年齢が高くなるほどその増加率が低かった。地震発生時に、副交感神経活性の抑制や交感神経活性の賦活化に伴い、心拍数が増加することは容易に想像できる。地震発生後の避難行動などに伴う体動などは調査し得なかったが、心拍数の増加は一時間程度で治まるものと推測された。

HRVのHF、L/H、VLFにも影響を与えたが、その反応には男女差はなかったものの、年齢によって差が見られた。比較的低年齢層において地震発生後にL/Hが増加したのは、HFが減少したためと推測された。HFの変化が副交感神経活性の変化を反映すると仮定すると、若年者では地震による副交感神経活性の抑制を受けやすいと考えられた。逆に、高年齢層においてHFが増加し、副交感神経活性の上昇が見られたのは、高年齢層では前失神状態³⁾・驚愕反応に近い状態になった可能性があるとして推測された。また、全体として地震発生後に心拍数の増加を認めたが、HFの増加が大きいほど心拍数の増加が少ないことから、副交感神経は心拍数増加に対し抑制的に働いていると推測された。低年齢層に比し高年齢層において心拍数の増加率が低かったこと

図6 心拍変動の各指標の変化と年齢・性別の関係

HFは年齢とともに有意に増加したが、L/Hは年齢とともに有意に減少した。また、VLFは年齢とともに有意に増加した。

略表記は図5参照。

も、HFの変化から推測すると、副交感神経活性が上昇した可能性があると考えられた。

本研究は、当然ながら後ろ向き観察研究であり、対象例の地震発生前の生活活動や地震発生後の体調なども様々である。すなわち、地震直前と比較しても、心拍数や自律神経活動度の応答は、被験者間での相違が極めて大きい。

HRVの周波数解析結果は、一定の条件下で自律神経の活動度を示すことはよく知られているが、同時に体位や呼吸などの影響も大きく、これらの条件設定なくして一概に交感・副交感神経活性と結びつ

けるのは困難なことも事実である。例えば、地震により、低年齢層は立ち上がり、高年齢層はしゃがみ込んだということでも、地震発生直後のHFの変化は起こりうると考えられる。今回使用した機器は体位センサーが付いておらず、体位について検討することができなかったことは、本研究の限界のひとつである。しかしながら、対象例数が少ないため確定的なことは断じ得ないが、大地震に対する心拍数の変動や自律神経活動度の応答について、一定の見解を得ることができたと考えられる。特に、検討した諸指標の変化に性差は見られず、一方で、交感神経

図7 高周波成分、低周波成分・高周波成分比の変化と心拍数変化の関係
心拍数の増加率が高いほどHFの増加率は低かった。また、心拍数の増加率が高くなるとともにL/Hの増加率も高くなった。
略表記は図5参照。

活動度に関係すると思われるL/Hならびに、副交感神経活動度に関係すると思われるHFの反応に年齢差が見られたことは興味深い知見であった。

VI. 結 論

地震により心拍数は有意に増加し、約1時間程度持続した。虚血性心疾患例では、虚血性と思われるSTを認める例もあった。高年齢においては副交感神経活動度を表すと思われるHFの上昇が見られた。

〔文 献〕

- 1) Aoki T, Fukumoto Y, Yasuda S, Sakata Y, Ito K, Takahashi J, Miyata S, Tsuji I, Shimokawa H : The Great East Japan Earthquake Disaster and cardiovascular diseases. Eur Heart J, 2012 ; 33 : 2796 ~ 2803
- 2) 齋藤 憲, 大塚邦明, 久保 豊, 村上省吾 : 生活スタイルに映る心拍・血圧のゆらぎ. ホルター心電図 : 基本的知識の整理と新しいみかた. 医学出版社, 東京, 2005 : 193 ~ 227
- 3) 井上 博編 : 神経調節性失神. 循環器疾患と自律神経機能, 第2版. 医学書院, 東京, 2001 : 258 ~ 279

Effects of the Great East Japan Earthquake on the Holter Electrocardiogram

Hiromi Matsuda¹, Haruki Itoh², Hiroko Tsuchida¹, Kanae Takahashi¹, Ayano Fujii¹, Noriko Tanabe¹
Yumi Hatano¹, Tomoko, Maeda¹, Megumi Sakaguchi¹, Kyoko Yamamoto¹, Yoshifumi Horikawa²
Tetsuya Sumiyoshi²

¹ Sakakibara Heart Institute Clinic

² Cardiology, Sakakibara Heart Institute

On March 11, 2011, the Great East Japan Earthquake occurred. We investigated the effects of the earthquake on Holter ECG parameters retrospectively. The data from 30 patients who had been monitored by Holter ECG across the time of the earthquake's occurrence were analyzed. The data analyzed were heart rate (HR), ST change, and frequency domain heart rate variability (HRV), namely a total-frequency component (TF), a high-frequency component (HF), a low-frequency component / high-frequency component ratio (L/H), and a very-low-frequency component (VLF). ST changes were evaluated visually. HR and HRV parameters were calculated for 5, 10, and 30 minutes before and just after the earthquake and the differences according to sex and age were also investigated. As a result of the earthquake, HR increased and the ST segment was depressed. Compared with the values of HRV before earthquake, TF increased, HF decreased in younger subjects and increased in older subjects, L/H increased in younger and decreased in older subjects, and VLF showed a tendency to increase after the earthquake. In older subjects, HF increased because of increased parasympathetic nervous activity, which may be due to the "near pre-syncope state" or "startle response" reaction to the earthquake.

Keywords : the Great East Japan Earthquake, Holter electrocardiogram, Startle response