

心血管造影検査および冠動脈形成術が心臓自律神経機能に及ぼす影響について：心拍変動パワースペクトル解析を用いた検討

松村憲太郎

心血管造影検査(CAG)および冠動脈形成術(PCI)が心臓自律神経機能に及ぼす影響について心拍変動パワースペクトル解析法を用いて検討した。低周波成分(LF)はCAG前後で有意な変化を示さなかったが、心臓迷走神経活動を反映する高周波成分(HF)はCAG開始直後に有意に減少し、また交感神経活動を反映するLF/HFはCAG開始直後に増加し、検査終了時まで続いた。PCIではHF成分は前後で有意な変化は見られなかったが、LF/HFは血管拡張直後に著明に増加し、交感神経活動の亢進が見られた。PCI施行血管による心拍変動の差異は見られなかったが、左前下行枝のPCIでLF/HFが大きい傾向を示した。CAGでは精神的ストレスによる迷走神経活動の抑制が、PCIでは一過性心筋虚血によると思われる交感神経活動の亢進が見られた。CAGもPCIも検査開始時に正常例に比し心拍数は増加、LF/HFは大きく、交感神経活動の亢進が見られた。とくにPCI直後の交感神経活動の亢進は強く、過剰な交感神経活動を抑制するための前投薬の必要性が示唆された。

KEY WORDS: coronary angiography, percutaneous coronary intervention, heart rate variability, power spectrum analysis, autonomic nervous system

Matsumura K: **Influence of coronary angiography and percutaneous coronary intervention on the cardiac autonomic nervous system: assessment by power spectral analysis of heart rate variability.** J Jpn Coron Assoc 2008; 14: 7-13

I. はじめに

心臓自律神経障害の指標として心拍変動が日常的に用いられているが、心拍変動は急性心筋梗塞後の予後指標¹⁾や心事故発生の予測因子としても用いられ^{2,3)}、また、冠動脈疾患の重症度などを反映することが知られている⁴⁻⁶⁾。しかし、精神的ストレスを伴う選択的冠動脈造影を中心とした心臓カテーテル検査中の心拍変動に関してはほとんど報告されておらず、また、冠動脈形成術(PCI)施行中の心臓自律神経機能の変化についても報告は少ない⁷⁻⁹⁾。今回、心臓カテーテル検査前後に心拍変動を計測するとともに、PCIによる心臓自律神経機能への影響について検討した。

II. 対 象

1. 選択的冠動脈造影検査症例(CAG群)

選択的冠動脈造影検査時に心拍変動を測定した198例を対象にした。男性114例、女性84例、平均年齢73±11歳であった。65歳未満の若年(Y)群50例、65歳以上の老年(O)群148例で、全例初回CAG症例であった。表1にY群とO群の患者背景を示す。男女比に有意差はなく、また冠動脈に75%以上の器質的有意狭窄を示す冠動脈疾患

(CAD)の合併頻度にも有意差はなかったが、糖尿病の合併率はY群16%、O群36%とO群で有意に高かった。左室駆出率(LV-EF)は両群に有意差はなかったが、左室max.dP/dtとmin.dP/dtはY群に比しO群で有意に低下していた。CAGは全例外来にて橈骨動脈ないし上腕動脈アプローチで行った。

2. 動脈形成術症例(PCI群)

冠動脈形成術施行時に心拍変動を測定した49例を対象にした。男性31例、女性18例、平均年齢76±10歳であった。Y群8例、O群41例であった。表2にY群とO群の患者背景を示す。男女比、糖尿病の合併率、PCI施行血管部位別の比率に両群で有意差はなかった。PCI施行部位は右冠動脈(RCA)が11例、左前下行枝(LAD)が29例、左回旋枝(Lcx)が9例であった。

3. 正常例(N群)

当病院職員および人間ドック検診で、明らかな疾患のない正常例で安静時心拍変動を測定した82例を対象にした。男性21例、女性61例、平均年齢62±18歳であった。Y群38例、O群44例であった。

III. 方 法

心拍変動解析はデジタルホルター記録計FM-150(フクダ電子)で心拍収集し、256秒間のサンプル心拍数のパワースペクトル解析で行った。心拍変動解析ソフトはHPS-RRA(フクダ電子)を用い、スペクトル分析法はfast

医療法人豊南会香川井下病院循環器内科(〒769-1613 香川県観音寺市大野原町花稲 818-1)
(2007.1.11 受付, 2007.12.7 受理)

表1 患者背景(CAG症例)

	若年(Y)群 n=50	老年(O)群 n=148	p value
平均年齢(y-o)	58±6	79±7	0.0000
男女比(M/F)	34/16	80/68	N.S.
CAD(%)	15(30)	63(43)	N.S.
DM(%)	8(16)	54(36)	0.0069
LV-EF(%)	73±11	74±10	N.S.
max dP/dt (mmHg/sec)	2007±388	1824±392	0.0047
min dP/dt (mmHg/sec)	1780±305	1649±374	0.0269

CAD: coronary artery disease, DM: diabetes mellitus, LV-EF: left ventricular-ejection fraction

表2 患者背景(PCI症例)

	若年(Y)群 n=8	老年(O)群 n=41	p value
男女比(M/F)	6/2	25/16	N.S.
DM(%)	5(63)	26(63)	N.S.
PCI血管			
LAD(%)	4(50)	25(61)	N.S.
RCA(%)	2(25)	9(22)	N.S.
Lcx(%)	2(25)	7(17)	N.S.

DM: diabetes mellitus, PCI: percutaneous coronary intervention, LAD: left anterior descending artery, RCA: right coronary artery, Lcx: left circumflex artery

Fourier transform(FFT)を選択した。256秒間の心拍のスペクトル分析を行い、周波数領域帯0.031~0.141 Hzの低周波数成分(LF), 0.141~0.391 Hzの高周波数成分(HF), 0.000~4.000 Hzの全周波数成分(TF)を求め、それぞれの周波数帯内のパワーの積分値をパワー値としてmsec²で表した。また265秒間に収集した心拍の平均R-R間隔(msec)を求めた。心臓迷走神経活動の指標としてHFを、心臓交感神経活動の指標としてLFおよびLF/HFを用いた。LFおよびLF/HFが心臓交感神経活動を表すことに関しては異論もあるが¹⁰⁾、今回はLF/HFを主に心臓交感神経活動の指標として検討した。その他の指標のTFやLF/TF, HF/TF, R-R間隔変動係数などは今回検討しなかった。不整脈多発例、ペースメーカー症例、パーキンソン病や脳梗塞などの中枢神経疾患例、急性疾患症例、慢性腎不全例、重症心不全例、記録不良例、検査に同意が得られなかった症例は除外した。

CAGは全例外来で、4Frシースを用いて左橈骨動脈ないし上腕動脈穿刺法で行った。午前11時以降は絶飲食とし、午後1時以降に順次CAGを実施した。外来点滴室で生理的食塩水500mlを点滴しながら、臥床にてCAG検査開始30分前にデジタルホルター心電計を装着し、検査終

了後30分まで記録した。心拍変動の測定は動脈穿刺開始15分前、動脈穿刺から第1回の造影開始直前までの間(開始直後)、最後の造影が終了し動脈シースを抜去した直後(終了時)とした。PCIは全例左橈骨動脈ないし上腕動脈穿刺法で6Frシースを用いて、午後1時以降に順次行った。PCI中に不整脈が持続した症例、ショック出現例、2枝以上を同時にPCIした症例、慢性閉塞病変例などは除外した。心拍変動の測定は6Frシース挿入から最初の造影開始直前までの間(開始直後)、第1回目のPCIで病変を拡張した直後(PCI1回目)、PCIを終了しシースを抜去した直後(終了時)とした。PCI1回目直後の測定は自然呼吸下に冠動脈造影をしながら行い、一部で亜硝酸薬の冠動脈内投与例も含めた。正常例は通常の午前の内科外来で検査を実施した。静かな暗照明の心電図室で、30分間の安静臥床中に心電図を記録し、心拍変動の安定した20分後ないし30分後のデータを用いた。

検査は十分な説明と同意を文書で得たのち施行した。統計処理はlinear regression analysis, unpaired t-test, paired t-testおよびLSD分散分析を用い、p<0.05を統計的有意とした。

IV. 結 果

1. 正常例の心拍変動

正常例ではLF(y)は年齢(x)と $y=-9.44x+827$, $r=-0.622$ の有意(p<0.05)な負相関を、HF(y)は年齢(x)と $y=-11.97x+1111$, $r=-0.550$ の有意(p<0.05)な負相関を、LF/HF(y)は年齢(x)と $y=-0.0064x+1.06$, $r=-0.384$ の有意(p<0.05)な負相関を示した。しかし、年齢と心拍数(R-R間隔)の間に相関は見られなかった。正常例のLFは 240 ± 282 msec²で、Y群 363 ± 355 msec², O群 133 ± 128 msec²であった(Y群 vs O群: p<0.0001)。またHFは 365 ± 405 msec²で、Y群 516 ± 516 msec², O群 235 ± 204 msec²であった(Y群 vs O群: p=0.0013)。正常例のLF/HFは 0.66 ± 0.31 で、Y群 0.76 ± 0.34 , O群 0.58 ± 0.26 であった(Y群 vs O群: p=0.0098)。心拍数(R-R間隔)はY群 982 ± 133 msec, O群 958 ± 169 msecで有意差は見られなかった。心臓迷走神経活動および交感神経活動は加齢とともに低下し、若年群に比し老年群で有意に低下していた。

2. CAG検査前後の心拍変動

カテーテル検査開始15分前と検査開始直後、検査終了直後で、LFはそれぞれ 250 ± 297 msec², 241 ± 335 msec², 287 ± 378 msec²と変化、検査開始直後に比し終了直後で有意に増加していた(開始直後 vs 終了直後: p=0.0372)。HFはそれぞれ 210 ± 292 msec², 124 ± 124 msec², 202 ± 260 msec²と変化、検査開始直後は有意に低下していた(15分前 vs 開始直後: p<0.0001, 開始直後 vs 終了直後: p<0.0001)。LF/HFはそれぞれ 1.78 ± 1.61 , 2.59 ± 2.23 , 2.58 ± 2.60 と変化、検査開始15分前に比し開始直後と終了時で有意に高かった(15分前 vs 開始直後: p<0.0001, 開始直後

vs 終了直後：N.S., 15分前 vs 終了直後：p<0.0001). 心拍数(R-R 間隔)はそれぞれ 871±145 msec, 864±142 msec, 854±145 msec と変化, 検査開始 15分前に比し開始直後と終了時で有意 R-R 間隔は減少した(15分前 vs 開始直後：p=0.0317, 開始直後 vs 終了直後：N.S., 15分前 vs 終了直後：p=0.0028). CAG 検査開始時には心拍数が増加し, 一方で HF が低下することによって LF/HF が大きくなり, 迷走神経活動の抑制が見られた。

心拍変動を Y 群と O 群に分けて検討した。LF の変化はカテーテル検査開始 15分前と検査開始直後, 検査終了直後で, Y 群ではそれぞれ 389±374 msec², 415±528 msec², 389±435 msec² と有意な変化は示さなかった。O 群もそれぞれ 203±251 msec², 182±209 msec², 253±351 msec² と有意な変化は示さなかった。HF の変化は Y 群でそれぞれ 258±272 msec², 166±165 msec², 197±284 msec² と検査開始 15分前に比し開始直後で有意に低下した(15分前 vs 開始直後：p=0.0046)。O 群はそれぞれ 194±297 msec², 110±103 msec², 203±253 msec² と有意に変化した(15分前 vs 開始直後：p<0.0001, 開始直後 vs 終了直後：p<0.0001)。また, Y 群の検査開始 15分前の HF は正常値に比し有意(p=0.033)に低下していたが, O 群では正常値と有意差はなかった(図 1)。LF/HF の変化は Y 群でそれぞれ 2.12±1.60, 3.64±2.77, 3.42±2.67 と検査開始 15分前に比し開始直後で有意に増加した(15分前 vs 開始直後：p<0.0001)。O 群もそれぞれ 1.66±1.60, 2.23±1.89, 2.30±2.53 と検査開始 15分前に比し開始直後で有意に増加した(15分前 vs 開始直後：p<0.0001)。また Y 群, O 群ともに検査開始 15分前の LF/HF は正常値に比し有意に大きかった(いずれも p<0.0001)(図 2)。R-R 間隔はカテーテル検査開始 15分前と検査開始直後, 検査終了直後で, Y 群ではそれぞれ 883±173 msec, 876±161 msec, 863±154 msec と有意な変化は示さなかった。O 群はそれぞれ 867±134 msec, 861±135 msec, 851±142 msec で, 検査開始 15分前に比し終了時で有意に減少した(15分前 vs 終了直後：p=0.0083)。また Y 群および O 群の検査開始 15分前の R-R

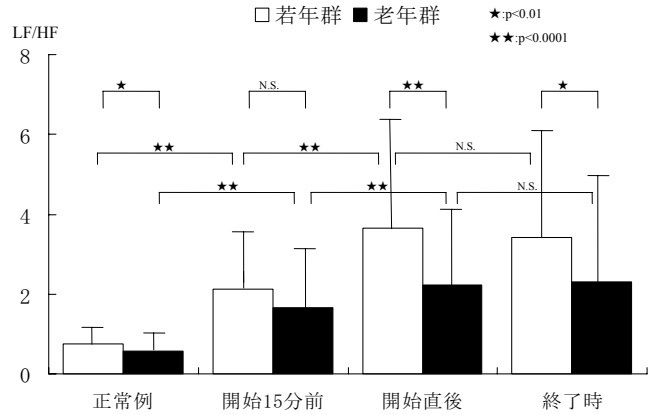


図 2 CAG 中の LF/HF の変化

間隔は正常値に比しいずれも有意(Y 群：p=0.0046, O 群：p=0.0002)に減少していた。

3. PCI 時の心拍変動

心拍変動の測定は 6Fr シース挿入から最初の造影開始直前までの間(開始直後), 第 1 回目の PCI で病変を拡張した直後(PCI 1 回目), PCI を終了しシースを抜去した直後(終了時)とした。LF は開始直後 193±236 msec², PCI 1 回目 443±597 msec², 終了時 326±447 msec² と変化, 開始直後に比し PCI 1 回目と終了時で有意に LF が増加した(開始直後 vs PCI 1 回目：p=0.0020, 開始直後 vs 終了時：p=0.0244)。また HF はそれぞれ 122±156 msec², 108±112 msec², 214±300 msec² で, 開始直後と PCI 1 回目で有意差はなかったが, 終了時で有意に増加していた(開始直後 vs 終了時：p=0.0386, PCI 1 回目 vs 終了時：p=0.0152)。LF/HF はそれぞれ 2.50±2.18, 4.79±3.99, 2.78±2.91 と変化, PCI 1 回目で有意に増加した(開始直後 vs PCI 1 回目：p<0.0001, PCI 1 回目 vs 終了時：p<0.0001, 開始直後 vs 終了時：N.S.)。R-R 間隔はそれぞれ 870±131 msec, 874±120 msec, 876±126 msec と有意な変化は示さなかった。PCI 1 回目直後では HF はあまり変化せず, LF の著明な上昇のために LF/HF が大きくなっていった。

4. PCI 施行部位別の心拍変動(図 3)

PCI 1 回目直後の心拍変動を PCI 施行部位別に比較した。LF は LAD 群で 473±645 msec², RCA 群で 365±406 msec², Lcx 群で 441±680 msec² と有意差なく, また HF はそれぞれ 110±110 msec², 93±77 msec², 119±154 msec² と有意差はなかった。LF/HF はそれぞれ 5.20±4.34, 4.22±3.89, 4.18±2.99 と LAD 群で大きい傾向が見られたが有意差はなかった。R-R 間隔はそれぞれ 897±136 msec, 872±71 msec, 801±86 msec で, LAD 群と Lcx 群の間に有意差が見られた(p=0.0369)。左室前壁を灌流する LAD 群と後下壁を灌流する Lcx+RCA 群の 2 群に分けて検討した。LF, HF, LF/HF, R-R 間隔いずれもこの 2 群間に有意差は見られなかった。

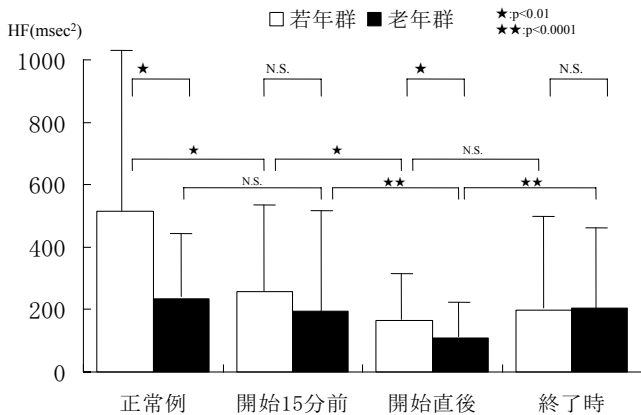


図 1 CAG 中の HF の変化

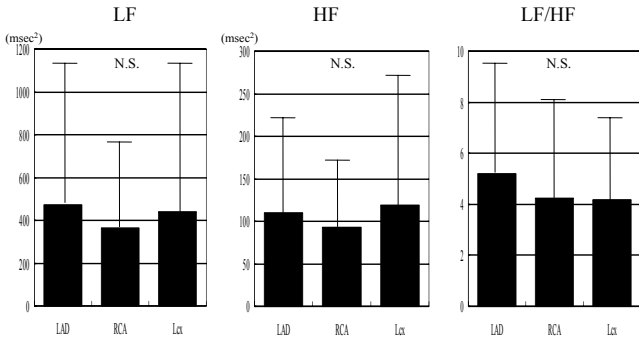


図3 PCI施行部位別の心拍変動(PCI 1回目直後)
LAD:左冠動脈前下行枝, RCA:右冠動脈, Lcx:左冠動脈回旋枝

5. PCI時の年齢別心拍変動の比較

動脈シース挿入から造影開始までのLFはY群 350±436 msec², O群 163±166 msec²とY群で有意(p=0.0397)に高く, 第1回目のPCI施行直後はY群 719±689 msec², O群 389±571 msec²と両群とも増加したが, 群間の有意差はなかった. 造影が終了し動脈シースを抜去した直後(終了時)はY群 432±559 msec², O群 304±428 msec²と低下したが群間で有意差はなかった. カテーテル開始直後とPCI 1回目直後でLFはO群で有意(p=0.0073)に増加したが, Y群では有意差は見られなかった. 開始直後のLFはY群, O群ともに正常群との間に有意差はなかった(図4). HFはカテーテル開始直後にY群 136±143 msec², O群 119±159 msec², PCI 1回目直後にそれぞれ 101±75 msec², 109±118 msec², 終了時にそれぞれ 110±118 msec², 235±320 msec²で, いずれも有意差は見られなかった. 開始直後のHFはY群, O群ともに正常群に比し有意に低下していた(Y群: p<0.0001, O群: p<0.0001)(図5). LF/HFはカテーテル開始直後にY群 3.32±2.57, O群 2.34±2.10と有意差はなかったが, PCI 1回目直後はそれぞれ 7.55±3.94, 4.25±3.82と増加し, Y群で有意(p=0.0310)に大きかった. 終了時はそれぞれ 4.63±3.72と2.42±2.62でY群で有意(p=0.0487)に大きかった. カテーテル開始直後とPCI 1回目直後でLF/HFはY群, O群ともに有意に増加した(Y群: p=0.0116, O群: p<0.0001). 開始直後のLF/HFはY群, O群ともに正常群に比し有意に大きかった(Y群: p<0.0001, O群: p<0.0001)(図6). R-R間隔はカテーテル開始直後とPCI 1回目, 検査終了時でY群ではそれぞれ 864±142 msec, 876±105 msec, 875±126 msecと有意な変化は示さなかった. O群もそれぞれ 871±130 msec, 874±124 msec, 876±128 msecと有意な変化は示さなかった. Y群およびO群の開始直後のR-R間隔は正常群に比し有意に短縮していた(Y群: p=0.0294, O群: p=0.0079).

V. 考 察

心拍変動が心臓の自律神経緊張の状態を反映することは良く知られている¹¹⁾. そして, 心疾患の重症度や予後指標

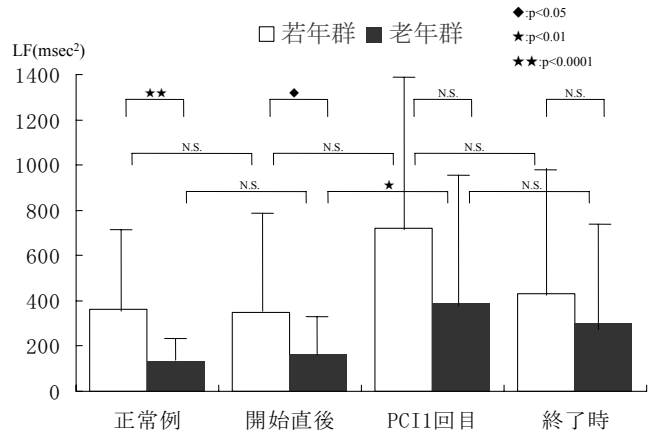


図4 PCI中のLFの変化

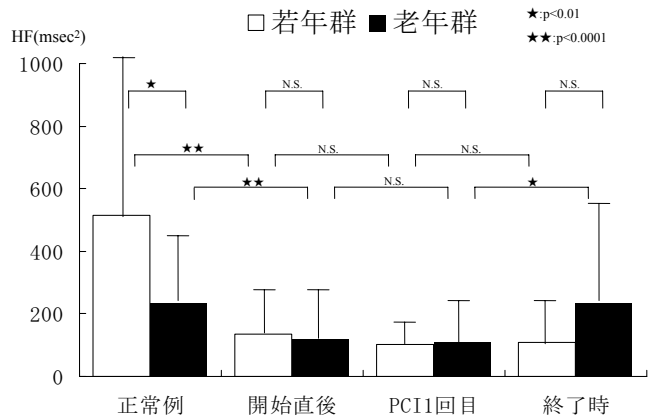


図5 PCI中のHFの変化

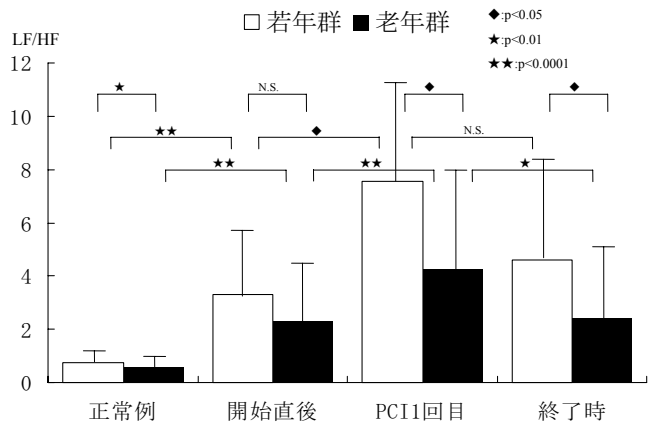


図6 PCI中のLF/HFの変化

として心拍変動の有用性が報告されてきた¹⁻⁶⁾. しかし, 心臓カテーテル検査やPCI施行中の心拍変動に関してはあまり報告されていない⁷⁻⁹⁾. 精神的緊張や造影剤による心血管系への影響, またPCIによる一過性の心筋虚血が心臓自律神経に強く作用することは十分考えられる. 心拍変動には年齢や性, 疾患や薬物, 日内変動など多数の要素が関与し, その解釈を複雑にしているため, 比較検討するには

十分な注意が必要とされる。とくに心拍変動のパワー値は加齢に強く影響を受け、年齢とは有意な負の相関を示すことが知られているため^{12,13)}、年齢に対する配慮がとくに必要とされる。今回の検討でも LF, HF, LF/HF のパワー値はいずれも年齢と有意な負の相関を示している。このため対象集団を 65 歳未満の若年群と 65 歳以上の老年群に分けて検討している。

CAG を含む心臓カテーテル検査前後の心拍変動では、LF は検査開始 15 分前の安静時と検査開始直後で、若年群および老年群ともに有意な変化は見られず、また正常安静時の LF とも有意差はなかった。一方、HF は若年群、老年群ともに検査開始 15 分前に比し検査開始直後に有意に低下しており、検査開始による迷走神経活動の強い抑制が見られている。しかし、老年群では正常安静時の HF と検査開始 15 分前の HF に有意差はないが、若年群では検査開始 15 分前の HF が正常安静時に比し有意に低く、より強く迷走神経活動の抑制が CAG 検査開始前から見られている。LF/HF は検査開始直後と終了時いずれも検査開始 15 分前の値に比し有意に増加していたが、これは心臓カテーテル検査開始直後に心臓迷走神経活動の強い抑制を反映する HF の低下によってもたらされたものである。LF/HF は正常安静時に比し CAG 症例で持続的に増加しており、糖尿病や高血圧、虚血性心疾患の合併による交感神経活動の亢進などの関与も大きいと思われる。いずれにしても交感神経活動は検査開始直後に著明に増加し、検査終了時まで続いていることを示している。精神的ストレスが交感神経緊張の亢進を惹起し、LF 成分を増加させるとともに HF 成分を減少させることは良く知られている^{14,15)}。検査開始直後に HF 成分が減少し、一方 LF/HF が増加する原因に、検査による強い精神的ストレスが考えられる。CAG 症例では若年群も老年群も正常群に比して検査開始 15 分前に平均 R-R 間隔が有意に短縮し、心拍数の増加が見られている。このことが CAG 検査による精神的緊張を示すとしても、検査開始 15 分前と開始直後で心拍数に有意な変動は見られず、一方で LF/HF は明らかに開始直後で増加しており、心拍数以外の要素が考えられる。検査による過度の緊張で、多くの場合過換気傾向になっていること¹⁶⁾ が検査開始直後の HF 成分の減少をもたらしていることも考えられる。また、今回血圧変動に関しては検討していないが、ストレスによる血圧上昇のために HF 成分が減少したことも考えられる。

急性冠症候群の再灌流療法が心拍変動の低下を改善することが多く報告されているが¹⁷⁻²⁰⁾、PCI 施行中の心拍変動の報告は少ない⁷⁻⁹⁾。LF 成分は PCI 開始直前に比し、1 回目の拡張直後に有意に増加したが、この変化は老年群で顕著であった。HF 成分は開始時と PCI 1 回目直後で有意な変化を若年群、老年群ともに示さなかった。そして LF/HF は開始時に比し、PCI 直後で若年群、老年群ともに有意に増加している。一方、心拍数は前後で有意な変化

を示していない。このことは PCI で心臓迷走神経活動は影響を受けることなく、交感神経活動の著しい亢進が起っていることを示している。このことは LF の変化から、より高齢者に強く現れると思われる。Baglini らも第 1 回目の拡張直後の LF/HF の有意な増加を指摘している⁹⁾。一過性の心筋虚血を示す異型狭心症の心拍変動で、発作直前の LF/HF の上昇と血中ノルエピネフリンの増加が見られる一方で、HF 成分は有意な変化を示さないことが報告されているが^{21,22)}、HF 成分の低下による心臓迷走神経活動の減弱が冠スパズムを引き起こしているという指摘もある²³⁾。心筋虚血前後の心臓迷走神経活動の変化に関しては評価が一定しないが、交感神経活動が著しく亢進することは今回の検討でも明らかであった。心筋虚血時の交感神経活動の異常亢進が致死的な心室性不整脈を惹起することが報告されており¹⁾、これを抑制するために PCI 施行前に催眠薬を投与する試みもされている⁹⁾。これまでも PCI に対する不安や精神的ストレスを強く感じる症例には、術前にジアゼパムを主とした鎮静剤の投与を行ってきたが、Baglini ら⁹⁾によれば鎮静作用のあるベンゾジアゼピン誘導体には交感神経活動の抑制は見られず、中枢神経系に対する作用機序の相違から、PCI のストレスに対しては催眠薬の有効性が指摘されている。今後より安全に PCI を行うために、PCI の心臓自律神経機能への影響を考慮して最適な前投薬を検討する必要がある。今回、PCI に伴う心拍数の有意な変化は見られなかったが、CAG 症例も PCI 症例も、検査開始時には正常例に比し、有意に R-R 間隔は短縮し心拍数は増加しており、交感神経活動が全体に亢進していることは否定できない。

PCI 施行血管によって心臓自律神経機能への影響が異なることが推測されるが、今回の検討では LF/HF が LAD 群で大きい傾向が見られたが有意ではなく、また LF 成分や HF 成分および心拍数はいずれも有意差はなかった。右冠動脈に対する PCI は Bezold-Jarisch 反射による迷走神経緊張で HF 成分の増加が推測されるが²⁴⁾、症例数が少ないこともあって、このような心拍変動は見られなかった。後下壁領域は回旋枝によっても一部支配されており、回旋枝と右冠動脈をあわせた群と前下行枝群との比較でも、心拍変動に有意差は見られておらず、罹患枝別の検討は今後の課題と思われる。

心拍変動は加齢に大きく影響を受けるため^{11,12)}、PCI 施行症例を 65 歳未満の若年群と 65 歳以上の高齢群に分けて検討したが、LF は若年群で有意な変化を示さなかったが、老年群では有意に増加している。一方、迷走神経活動を示す HF 成分は PCI 前後でいずれの群も有意差はなく、交感神経活動を示す LF/HF は第 1 回目の PCI 直後で両群とも有意に増加した。このとき心拍数の有意な変化は見られておらず、心拍数の変化とは独立して交感神経活動が亢進していることが考えられる。PCI 直後の異常な交感神経活動の亢進を抑制するための前投薬が、PCI を安全に行う

ために必要と思われる。

今回、造影剤による心拍変動への影響に関しては検討できなかったが、造影剤による心機能への陰性変力作用や血圧上昇作用による反射性交感神経緊張が十分考えられる。CAG 開始時の心拍変動は造影剤が未だ体内に入っておらず、ほぼ精神的ストレスの強さを反映していると思われるが、造影剤とその用量が心拍変動に及ぼす影響については今後検討していきたい。心拍変動は年齢や性、合併疾患、心機能、薬剤など種々の要素に影響を受けるため、これらの背景を含めて検討することが今後も重要と思われるし、また、パワースペクトル解析によって導き出された LF や LF/HF を交感神経活動の指標にすることの是非に関しても未だ議論があり、慎重な検討が必要と思われる^{10, 25)}。

VI. 結 論

CAG および PCI が心臓自律神経機能に及ぼす影響について、心拍変動パワースペクトル解析法を用いて検討した。低周波成分(LF)は CAG 前後で有意な変化を示さなかったが、心臓迷走神経活動を反映する高周波成分(HF)は CAG 開始直後に有意に減少し、また交感神経活性を反映する LF/HF は CAG 開始直後に増加し、検査終了時まで続いた。PCI では HF 成分は前後で変化は見られなかったが、LF/HF は血管拡張直後に著明に増加し、交感神経活動の亢進が見られた。PCI 施行血管別の心拍変動の有意差はなかったが、左前下行枝で LF/HF が大きい傾向を示した。CAG には精神的ストレスによる迷走神経活動の抑制が、PCI には一過性心筋虚血による交感神経活動の亢進が見られた。PCI 時の交感神経活動の異常亢進を抑制するための前投薬の必要性が示唆された。

文 献

- 1) Kleiger RE, Miller JP, Bigger JT, Moss AJ, the Multicenter Post-Infarction Research Group: Decreased heart rate variability and its association with increased mortality after acute myocardial infarction. *Am J Cardiol* 1987; **59**: 256-262
- 2) Tsuji H, Larson MG, Venditti FJ Jr, Manders ES, Evans JC, Feldman CL, Levy D: Impact of reduced heart rate variability on risk for cardiac events. The Framingham Heart Study. *Circulation* 1996; **95**: 2850-2855
- 3) Liao D, Cai J, Rosamond WD, Barnes RW, Hutchinson RG, Whitsel EA, Rautaharju P, Heiss G: Cardiac autonomic function and incident coronary heart disease: a population-based case-cohort study. The ARIC Study. *Atherosclerosis Risk in Communities Study*. *Am J Epidemiol* 1997; **145**: 696-707
- 4) Rich MW, Saini JS, Kleiger RE, Carney RM, teVelde A, Freedland KE: Correlation of heart rate variability with clinical and angiographic variables and late mortality after coronary angiography. *Am J Cardiol* 1988; **62**: 714-717
- 5) Kupari M, Virolainen J, Koskinen P, Tikkanen MJ: Short-term heart rate variability and factors modifying the risk of coronary artery disease in a population sample. *Am J Cardiol* 1993; **72**: 897-903
- 6) Hayano J, Sakakibara Y, Yamada M, Ohte N, Fujinami T, Yokoyama Y, Watanabe Y, Takata K: Decreased magnitude of heart rate spectral components in coronary artery disease: its relation to angiographic severity. *Circulation* 1990; **81**: 1217-1224
- 7) Bigger JT, Hoover CA, Steinman RC, Rolnitzky LM, Fleiss JL: Autonomic nervous system activity during myocardial ischemia in man estimated by power spectral analysis of heart period variability. *Am J Cardiol* 1990; **66**: 497-498
- 8) Airaksinen KJ, Ikaheimo ML, Huikuri HV, Linnaluoto MK, Takkunen JT: Response of heart rate variability to coronary occlusion during coronary angioplasty. *Am J Cardiol* 1993; **72**: 1026-1030
- 9) Baglioni R, Sesano W, Capuano C, Gneccchi-Ruscione T, Ugo L, Danzi GB: Effect of hypnotic sedation during percutaneous transluminal coronary angioplasty on myocardial ischemia and cardiac sympathetic drive. *Am J Cardiol* 2004; **93**: 1035-1038
- 10) Eckberg DL: Sympathovagal balance—A critical appraisal. *Circulation* 1997; **96**: 3224-3232
- 11) van Ravenswaaij-Arts CMA, Kollee LAA, Hopman JCW, Stoeltinga GBA, van Gejin HP: Heart rate variability. *Ann Intern Med* 1993; **118**: 436-447
- 12) Yo Y, Nagano M, Nagano N, Iiyama K, Higaki J, Mikami H, Ogihara T: Effects of age and hypertension on autonomic nervous regulation during passive head-up tilt. *Hypertension* 1994; **23** (Suppl I): I-82-I-86
- 13) Kohara K, Igase M, Maguchi M, Hiwada K: Autonomic nervous function in essential hypertension in the elderly: evaluation by power spectral analysis of heart rate variability. *Am J Hypertens* 1996; **9**: 1084-1089
- 14) Pagani M, Mazzuero G, Ferrari A, Liberati D, Cerutti S, Vaitl D, Tavazzi L, Malliani H: Sympathovagal interaction during mental stress. A study using spectral analysis of heart rate variability in healthy control subjects and patients with a prior myocardial infarction. *Circulation* 1991; **83** (Suppl-II): II43-II51
- 15) Rozanski A, Blumenthal JA, Kaplan J: Impact of psychological factors on the pathogenesis of cardiovascular disease and implication for therapy. *Circulation* 1999; **99**: 2192-2217
- 16) 松村憲太郎, 中瀬恵美子, 端正史, 川合一良, 斎藤孝行, 八木教之, 大谷美保子: 選択的冠動脈造影検査時の動脈血ガス分析の臨床的意義—過換気症例の冠血管反応性に関する検討—。 *Coronary* 1995; **12**: 63-70
- 17) Hermosillo AG, Dorado M, Casanova JM, Ponce deLeon S, Cossio J, Kersenovich S: Influence of infarct-related artery patency on the indexes of parasympathetic activity and prevalence of late potentials in survivors of acute myocardial infarction. *J Am Coll Cardiol* 1993; **22**: 695-706
- 18) Pedretti RFE, Colombo E, Sarzi Braga S: Effect of thrombolysis on heart rate variability and life-threatening ventricular arrhythmias in survivors of acute myocardial infarction. *J Am Coll Cardiol* 1994; **23**: 19-26
- 19) Zuanetti G, Neilson MM, Latini R, Santoro E, Maggioni A, Ewing DJ: Prognostic significance of heart rate variability in post-myocardial infarction patients in the fibrinolytic

- era. The GISSI-2 results. Gruppo Italiano per lo Studio della Sopravvivenza nell'Infarto Miocardico. *Circulation* 1996; **94**: 432-436
- 20) Kelly P, Nolan J, Wilson JI, Perrins EJ: Preservation of autonomic function following successful reperfusion with streptokinase within 12 hours of the onset of acute myocardial infarction. *Am J Cardiol* 1997; **79**: 203-205
- 21) Saitoh T, Kishida H, Hanashi A: Influence of autonomic nervous system and catecholamines on coronary tone in patients with vasospastic angina. *Therapeutic Research* 1996; **17**: 2986-2998
- 22) Kubota N, Lee J-D, Shimizu H, Tsubokawa A, Ueda T: Disturbed autonomic activity precedes ischemic episodes in patients with variant angina. *Ann Noninvasive Electrocardiol* 1997; **2**: 313-318
- 23) Lanza GA, Pedrotti P, Pasceri V, Lacente M, Crea F, Maseri A: Autonomic changes associated with spontaneous coronary spasm in patients with variant angina. *J Am Coll Cardiol* 1996; **28**: 1249-1256
- 24) Mark AL: The Bezold-Jarisch reflex revisited: clinical implications of inhibitory reflexes originating in the heart. *J Am Coll Cardiol* 1983; **1**: 90-102
- 25) Kouakam C, Lacroix D, Zghal N, Logier R, Klug D, LeFranc P, Jarwe M, Kacet S: Inadequate sympathovagal balance in response to orthostatism in patients with unexplained syncope and a positive head up tilt test. *Heart* 1999; **82**: 312-318