

ビーグル犬の心エコー法における形態・機能学的な標準値

宇根 智 寺下明子 中市統三 板本和仁 宋 根鎬

音井威重 田浦保穂 早崎峯夫[†]

山口大学農学部 (〒753-8515 山口市吉田1677-1)

(2003年9月11日受付・2004年8月9日受理)

要 約

心電図検査により心機能に異常が認められず、かつ犬糸状虫血清検査陰性の、臨床的に健常なビーグル犬55頭(雄36頭, 雌19頭,)を用いて, 犬のMモード, Bモードおよびドプラ心エコー像における52の形態学および心機能的測定項目を計測し, 標準値について検討した. その結果, MおよびBモードのほとんどの形態学的測定項目と体重の間に強い相関がみられ, かつ雌雄間に有意差がみられた. これらの検査成績から, どの体重のビーグル犬にも応用できる心臓の形態・機能学的測定項目の標準値の推計学的換算式を, 雌雄別に算定した.

——キーワード: ビーグル犬, 推計学的換算式, 心エコー法, 標準値.

----- 日獣会誌 57, 793~798 (2004)

心エコー法では, 心形態および動態をM・Bモード法により, 血流動態をドプラ法により評価するが, 犬において, これまでに報告された心臓の形態・機能学的測定結果は, 測定項目が限られていたり, 供試犬が多品種にわたっていた [1, 4-8, 10, 13]. このため, 同一母集団における犬群を用いた, 心臓全体の細部にわたる測定項目についての形態・機能を示す標準値はまだ十分報告されていない.

この研究では, 健常ビーグル犬を用いて, 上記の形態学および機能学的測定を同一犬群に対して実施し, 各形態・機能学的測定項目の標準値について検討した.

材 料 お よ び 方 法

供試犬: 一般臨床所見および心電図検査にて心臓に異常の認められなかったビーグル犬55頭(雌19頭, 雄36頭)を用いた. これらは著者らの研究室にて飼育されているもので, 雌雄それぞれの年齢は 2.9 ± 2.4 歳(平均±標準偏差, 6カ月齢から5歳9カ月齢), 3.6 ± 2.3 歳(平均±標準偏差, 6カ月齢から9歳4カ月齢)であり, 体重は 9.9 ± 2.6 kg(平均±標準偏差, 5.0kgから13.8kg)および 13.0 ± 3.2 kg(平均±標準偏差, 6.1kgから24.6kg)であった. 全頭は毎年の感染期に犬糸状虫寄生予防薬の投与を受けており, さらに犬糸状虫抗原検出検査で陰性と確認されたものを用いた(表1).

心エコー検査: 供試犬は体重測定後, 胸部の測定部位を剪毛し, 無麻酔下にて右側横臥位に保定し, 計測部位には超音波用ジェルを塗布した. 超音波診断装置^{a)}を用い, 探触子^{b)}を右第3~6肋間にあて, Bモード像とMモード像を測定し, その後左側横臥位にて第3~4肋間および第5~7肋間よりドプラ法を用いて測定した [2]. 心エコー画像は後で解析するためVHSビデオテープに録画した.

心エコー検査項目: 検査項目は, Bモード法は長軸と短軸の2断面, Mモード法は腱索レベル(Chordae tendineae level), 僧帽弁レベル(Mitral valve level), 大動脈弁レベル(Aortic valve level)の3断面, ドプラ法は各弁口部の血流波形4カ所より, 計52項目を計測および算出した [6].

Mモード法は, Bモード法で描出した長軸左室流出路

表1 供 試 犬

| 性 | 頭数 | 年齢 (歳) | 体重 (kg) | 体表面積 (m ²) | 心拍数 |
|----|----|---------------|----------------|---------------------------|------------------|
| 雌 | 19 | 2.9 ± 2.4 | 9.9 ± 2.6 | 0.46 ± 0.08 | 130.2 ± 23.1 |
| 雄 | 36 | 3.6 ± 2.3 | 13.0 ± 3.2 | 0.56 ± 0.09 | 120.7 ± 20.5 |
| 全体 | 55 | 3.4 ± 2.3 | 11.9 ± 3.4 | 0.52 ± 0.10 | 124.0 ± 21.7 |

a) SSD-2200, アロカ(株), 東京.

b) 5.0MHzセクタ型, アロカ(株), 東京.

[†] 連絡責任者: 早崎峯夫 (山口大学農学部附属家畜病院研究室)

〒753-8515 山口市吉田1677-1 ☎・FAX 083-933-5896

断面を用いて測定した。すなわち、それぞれ腱索レベル、僧帽弁レベル、大動脈弁レベルにおいてMモード法で描出した [2]。

腱索レベルの検査項目については収縮末期 (s) と拡張末期 (d) においてそれぞれ心室中隔厚 IVS (mm)、左室内径 LVID (mm) および左室壁厚 LVW (mm) を計測した。また、これらの値に基づき、左室内径短縮率 FS (%) [FS (%) = {(LVIDd - LVIDs)/LVIDd} × 100] を算出した。

また、Teichholz の式 [12] により拡張末期容積 EDV (ml) [EDV (ml) = 7(LVIDd)³ / (2.4 + LVIDd)], 収縮末期容積 ESV (ml) [ESV (ml) = 7(LVIDs)³ / (2.4 + LVIDs)] および1回拍出量 SV (ml) [SV (ml) = EDV - ESV], 左室駆出率 EF (%) [EF (%) = {(EDV - ESV) / EDV} × 100], 心拍出量 CO (l/min) [CO (l/min) = SV × 心拍数 × 0.001] を算出した。僧帽弁レベルでは、僧帽弁のE点と心室中隔の間の距離 EPSS (mm) を計測した。大動脈弁レベルでは、大動脈径 Ao (mm)、左房径 LA (mm) および左房/大動脈比 LA/Ao を計測した。

Bモード法では、右側胸壁より、長軸四腔断面 (Long-axis four chamber view)、短軸断面乳頭筋レベル (Short-axis ventricular papillary muscle level) および短軸断面大動脈根レベル (Short-axis aortic root level) [2] を測定した。長軸四腔断面では、収縮末期 (s) および拡張末期 (d) について左室長軸面積 LV. area-L (cm²) および左室長軸径 LV. dist-L (mm) を計測し、かつ左室容積 LV. volume-L (ml) [LV. volume-L (ml) = 8(LVarea-L)² / 3π (LVdist-L)] を算出した。さらに、1回拍出量 SV-L (ml) [SV-L (ml) = LVd.volume - LVs.volume], 左室駆出率 EF-L (%) [EF-L (%) = {(LVd. volume - LVs. volume) / LVd. volume} × 100] および心拍出量 CO-L (l/min) [CO-L (l/min) = SV-L × 心拍数 × 0.001] を計測した。

短軸断面乳頭筋レベルでは、収縮末期および拡張末期における左室短軸面積 LV. area-S (cm²) を計測し、長軸径と短軸面積から左室容積 LV. volume-S (ml) [LV. volume-S (ml) = {5 (LVarea-S) (LVdist-L)} / 6] を算出した。さらに、1回拍出量 SV-S (ml)、左室駆出率 EF-S (%) および心拍出量 CO-S (l/min) を、上述の左室容積に基づいて長軸四腔断面と同様に算出した。短軸断面大動脈根レベルでは、大動脈径 Ao (mm)、肺動脈径 PA (mm)、右房径 RA (mm)、右室径 RV (mm) および左房径 LA (mm) を計測し、かつ大動脈との比を求めて、肺動脈/大動脈比 PA/Ao、右房/大動脈比 RA/Ao、右室/大動脈比 RV/Ao および左房/大動脈比 LA/Ao を算出した。

ドプラ法では、左尾側傍胸骨部位より五腔断面 (Five

chamber view) を、左頭側傍胸骨部位より短軸大動脈レベル (Short-axis aortic level) を測定した。Bモード法でこれらの断面を描出すると同時にパルスドプラ法にて各弁口部の血流波形を得た。僧帽弁口部、三尖弁口部、大動脈弁口部および肺動脈弁口部の流速は Yuill らの方法 [13] に基づき計測した。五腔断面では左室流入、流出路を描出し、駆出前期 PEP (ms)、駆出時間 ET (ms)、駆出前期/駆出時間比 PEP/ET、大動脈弁口部最高流速 Ao. Vmax (cm/s)、大動脈弁口部平均流速 Ao. MVel (cm/s)、僧帽弁口部E波流速 Mitral. E (cm/s)、僧帽弁口部A波流速 Mitral. A (cm/s) を測定した。また、平均流速に関しては、速度時間積分値 VTI を駆出時間 ET で除すことにより求めた。短軸大動脈レベルでは肺動脈弁口部最高流速 PA. Vmax (cm/s)、肺動脈弁口部平均流速 PA. MVel (cm/s)、三尖弁口部E波流速 Tricuspid. E (cm/s)、三尖弁口部A波流速 Tricuspid. A (cm/s) をパルスドプラ法による血流波形から測定した。また、平均流速に関しては、速度時間積分値 VTI を駆出時間 ET で除すことにより求めた。

計測はすべて同一測定者が行い、同じ項目を5回の心周期について計測し、その平均値を求めた。

統計：全測定結果は雌雄別で解析した。まず、増山の棄却限界を用いて棄却検定を行った後、正規性の検定を行い、平均値および標準偏差を求めた。また棄却前の結果を用いて、体重、年齢、心拍数、体表面積 (x 軸) と計測値 (y 軸) 間で単回帰分析を行った。体表面積 (BSA) は計算式 [BSA = 10.1 × W (体重)^{2/3} / 10⁴] から求めた [4]。なお、体表面積要因についての正規性の検定においてすべて正規分布したため、Pearson 検定により各検査項目と体重・年齢・体表面積との相関の強さを調べた。本研究では、相関の強さについては、Pearson の相関係数 (r) の2乗により、r² = 0 ~ 0.04 を「相関なし」、r² = 0.04 ~ 0.16 を「弱い相関」、r² = 0.16 ~ 0.49 を「かなりの相関」、r² = 0.49 ~ 1.00 を「強い相関」として4段階に評価した。

雌雄差の検定は、有意に相関のあった項目については共分散分析により評価した。また、相関のなかった項目についてはF検定を行い、等分散のものはt検定で、不等分散のものはWelch 検定にて評価した。

標準値の決定：体重、年齢、心拍数、体表面積と強い相関のあった項目は、これらの要因と計測値の回帰直線グラフの上下に95%信頼限界の曲線を引き、この範囲内を標準値とした。どの要因ともあまり相関のなかった項目については、棄却検定後の平均 ± 2SD を標準範囲とした。

成 績

供試犬の雌雄それぞれの平均体表面積 ± SD は 0.46 ±

表2 標準値

| | | 標準値 | | 相関要因 | 換算式の 必要性 | 雌雄差 |
|-----------------|--|--------------|--------------|---------|-------------|-----|
| | | 雄 | 雌 | | | |
| | | 平均±2SD | 平均±2SD | | | |
| M-mode | 1) Chordae tendineae level | | | | | |
| | IVSd (mm) | 7.10±1.47 | 6.56±1.84 | BW, BSA | ++ | + |
| | IVSs (mm) | 10.41±1.58 | 9.31±2.64 | BW, BSA | ++ | + |
| | LVIDd (mm) | 34.21±5.16 | 30.99±7.98 | BW, BSA | ++ | + |
| | LVIDs (mm) | 22.82±4.66 | 20.59±6.09 | BW, BSA | ++ | + |
| | LVWd (mm) | 6.95±1.72 | 6.29±1.40 | BW, BSA | + | + |
| | LVWs (mm) | 9.67±2.03 | 8.81±2.24 | BW, BSA | + | + |
| | FS (%) | 32.46±6.07 | 33.16±6.30 | - | - | - |
| | EDV (ml) | 47.32±20.22 | 37.39±19.73 | BW, BSA | ++ | + |
| | ESV (ml) | 17.84±9.63 | 14.27±10.32 | BW, BSA | ++ | + |
| | SV (ml) | 30.37±10.30 | 23.67±11.88 | BW, BSA | ++ | + |
| | EF (%) | 61.76±8.67 | 63.67±10.18 | - | - | - |
| | CO (l/min) | 3.30±1.52 | 3.08±1.63 | BW, BSA | + | + |
| | 2) Mitral valve level | | | | | |
| | EPSS (mm) | 3.24±0.93 | 2.98±1.18 | BW, BSA | + | + |
| | 3) Aortic valve level | | | | | |
| | Ao. M-mode (mm) | 16.98±2.12 | 15.23±2.73 | BW, BSA | ++ | + |
| LA. M-mode (mm) | 16.91±3.20 | 15.51±3.09 | BW, BSA | ++ | + | |
| LA/Ao | 1.00±0.12 | 1.02±0.11 | - | - | - | |
| B-mode | 1) Long-axis four chamber view | | | | | |
| | LVD. area-L (cm ²) | 11.98±3.02 | 10.50±3.85 | BW, BSA | ++ | + |
| | LVD. dist-L (mm) | 45.32±4.97 | 41.66±6.58 | BW, BSA | ++ | + |
| | LVs. area-L (cm ²) | 5.85±2.31 | 5.17±2.15 | BW, BSA | + | + |
| | LVs. dist-L (mm) | 34.41±5.31 | 32.58±6.51 | BW, BSA | + | + |
| | LVD. volume-L (ml) | 26.83±12.20 | 22.84±13.70 | BW, BSA | ++ | + |
| | LVs. volume-L (ml) | 8.71±5.66 | 7.17±4.78 | BW, BSA | + | + |
| | SV-L (ml) | 18.12±8.34 | 15.06±8.51 | BW, BSA | ++ | + |
| | EF-L (%) | 67.25±11.78 | 68.35±10.48 | - | - | - |
| | CO-L (l/min) | 2.11±1.13 | 1.91±1.09 | BW, BSA | + | + |
| | 2) Short-axis ventricular papillary muscle level | | | | | |
| | LVD. area-S (cm ²) | 9.11±3.01 | 7.90±3.41 | BW, BSA | ++ | + |
| | LVs. area-S (cm ²) | 3.94±1.74 | 3.43±1.99 | BW, BSA | + | + |
| | LVD. volume-S (ml) | 34.43±14.09 | 27.77±15.33 | BW, BSA | ++ | + |
| | LVs. volume-S (ml) | 11.40±6.44 | 9.48±6.70 | BW, BSA | ++ | + |
| | SV-S (ml) | 23.70±7.19 | 18.30±9.69 | BW, BSA | ++ | + |
| | EF-S (%) | 66.33±8.86 | 66.22±10.28 | - | - | - |
| | CO-S (l/min) | 2.59±1.22 | 2.19±0.73 | BW, BSA | + | + |
| | 3) Short-axis aortic root level | | | | | |
| | Ao (mm) | 18.01±2.23 | 16.32±3.27 | BW, BSA | ++ | + |
| | PA (mm) | 16.25±1.71 | 14.52±2.75 | BW, BSA | ++ | + |
| | RA (mm) | 16.93±2.03 | 15.33±3.29 | BW, BSA | ++ | + |
| | RV (mm) | 17.49±2.03 | 15.97±2.65 | BW, BSA | ++ | + |
| | LA (mm) | 16.91±2.24 | 15.40±2.86 | BW, BSA | ++ | + |
| | PA/Ao | 0.90±0.06 | 0.89±0.11 | - | - | - |
| | RA/Ao | 0.93±0.09 | 0.94±0.15 | - | - | - |
| | RV/Ao | 0.97±0.10 | 0.99±0.09 | - | - | - |
| LA/Ao | 0.94±0.09 | 0.96±0.12 | - | - | - | |
| Doppler | 1) Five chamber view | | | | | |
| | PEP (ms) | 56.35±11.59 | 52.23±10.38 | - | - | + |
| | ET (ms) | 186.57±26.50 | 171.07±22.88 | HR | + | + |
| | PEP/ET | 0.30±0.06 | 0.30±0.06 | - | - | - |
| | Ao. Vmax (cm/s) | 121.64±25.78 | 130.52±33.77 | - | - | + |
| | Ao. MVel (cm/s) | 72.74±14.76 | 79.09±16.14 | - | - | + |
| | Mitral. E (cm/s) | 73.35±18.78 | 80.17±25.49 | - | - | + |
| | Mitral. A (cm/s) | 53.59±14.49 | 55.58±15.28 | - | - | - |
| | 2) Short-axis aortic level | | | | | |
| | PA. Vmax (cm/s) | 103.75±23.54 | 110.89±31.97 | - | - | - |
| | PA. MVel (cm/s) | 66.34±16.42 | 70.51±19.20 | - | - | - |
| | Tricusp. E (cm/s) | 61.34±13.70 | 65.28±20.90 | - | - | - |
| | Tricusp. A (cm/s) | 40.81±8.90 | 43.91±9.22 | - | - | + |

相関要因：BW=体重，BSA=体表面積，HR=心拍数

換算式の必要性：++=必要，+=使ったほうがよい，-=必要なし。

雌雄差：+=あり，-=なし

0.08m² (0.30m²~0.58m²), 0.54 ± 0.10m² (0.34m²~0.86m²) であり, 平均心拍数 ± SD は 130.2 ± 23.1 回 (92 回~180.4 回), 121.8 ± 22.5 回 (90.8 回~153.2 回) であった.

すべての心エコー検査項目について算出した標準値を表2に示した. 体重と強い相関のあった項目は IVSd, IVSs, LVIDd, LVIDs, EDV, ESV, SV, Ao · M-mode, LA · M-mode, LVd. area-L, LVd. dist-L, LVd. volume-L, SV-L, LVd. area-S, LVd. volume-S, LVs. volume-S, SV-S, Ao, PA, RA, RV および LA の 22 項目であり, これらはすべて M および B モード法で計測した項目であった. かなりの相関があった項目は LVWd, LVWs, CO, EPSS, LVs. area-L, LVs. dist-L, LVs. volume-L, CO-L, LVs. area-S および CO-S の 10 項目であり, これらもすべて M および B モード法で計測した項目であった.

年齢および心拍数ともに強い相関がみられた項目はなかったが, 心拍数は Doppler 法の ET に対してかなりの相関を示した. なお, 体表面積に関しては, すべての項目で体重と同様の傾向を示した.

共分散分析を行った結果, 体重と体表面積を共変量とし, 雌雄差を検定した場合, ほとんどすべての項目で有意差がみられた. さらに, F 検定, T 検定, Welch 検定から, 雌雄差のみられたものは, IVSd, IVSs, LVIDd, LVIDs, LVWd, LVWs, EDV, ESV, SV, CO, EPSS, Ao · M-mode, LA · M-mode, LVd. area-L, LVd. dist-L, LVs. area-L, LVs. dist-L, LVd. volume-L, LVs. volume-L, SV-L, CO-L, LVd. area-S, LVs. area-S, LVd. volume-S, LVs. volume-S, SV-S, CO-S, Ao, PA, RA, RV, LA, PEP, ET, Ao. Vmax, Ao. MVel, Mitral. E および Tricuspid. A の 38 項目であった.

以上のことから, 体重 (または体表面積) と相関を示した項目については体重の差異に基づく標準値の差異を推計学的に修正するための標準値換算式を, 95%信頼限界の数式により, 雌雄別に算定した (表3). 換算式による修正の必要性は, 強い相関を示したものは「必要(++)」, かなりの相関を示したものは「使ったほうがよい(+）」, および弱い相関と相関なしは「必要なし(-)」と表現した (表2).

考 察

Mモード法の腱索レベルでは, 体重および体表面積と各計測値間の相関の強さはどの項目についても同一であった. これは, 体表面積を体重から算出しているためと考えられた. 腱索レベル断面での計測項目の IVS, LVID および LVW は体重, 体表面積と相関があるとされている [3, 4, 8] が, 年齢の同じビーグル犬では IVS

と LVW は体重と相関はないという報告もある [6]. IVS と LVID には強い相関がみられたが, LVW と体重の間にみられた相関は強くはなかった. また, これらの値から算出した EDV, ESV, SV も体重と強い相関を示したが, FS, EF などの心機能測定項目は体重, 体表面積, 年齢, 心拍数のどれとも相関がみられず, 体格による違いはないものと考えられた [3, 6]. 以上のことから, ビーグル犬の診療において, Mモード法の腱索レベルにて心形態を評価する際には, 一般的に体重の大きさを考慮に入れて測定値を評価する必要があるものと考えられた. さらに, FS, EF を除くすべての項目で雌雄差がみられたため, 標準値を参照する場合, 雌雄差を考慮して評価する必要があるものと考えられた.

僧帽弁レベルでは, EPSS のみを計測した. EPSS は左室不全により上昇すると言われている [2] が, われわれの研究では各要因との相関を評価したところ体重, 体表面積, 年齢に対しても強くはないものかなりの相関があることが示唆されたことから, EPSS を判定するときには, 左室不全だけでなく, 体重の大小も考慮に入れておく必要があるものと考えられた [9].

大動脈弁レベルでは, LA と Ao の径を計測した結果, 体重, 体表面積および雌雄差と相関が示唆されたことから, 測定値の評価には体重の大小および雌雄差を考慮に入れて評価する必要があるものと考えられた. ただし, LA/Ao 比は体重, 体表面積および雌雄差と相関はなく, したがって, LA/Ao 比は体重の大小や雌雄差にかかわらず一定であるものと考えられた.

以上のように, Mモード法では, 心形態学的な測定項目の成績は, 体重, 体表面積と強い相関があり雌雄差もみられることから, 測定成績の評価にはこれらの要因を考慮して判定しなければならないが, 心機能的な測定項目については相関がみられないことから考慮する必要はなく, 本研究で示された標準値を参照して評価すればよいものと考えられた.

Bモード法は形態学的な心評価に適しており [2, 3], 特に, 心室容積を算出する際には断層像からの計測が推奨されている [2].

長軸四腔断面を用いた左室容積の算出法が推奨されている [2] が, ビーグル犬では, まだ参照値とされるデータがなく, 他の文献と比較することはできなかった.

LVd. area, LVd. dist は体重, 体表面積と強い相関を示したのに対して, LVs. area と LVs. dist はかなりの相関はみられたものの強い相関ではなかった. つまり, 心室容積は, 拡張期では体重や体表面積と相関するが, 収縮期では体重の大小にかかわらず大きな相違は示さないということが出来る. このことは, 駆出率が体重の大小や年齢など, どの要因にもかかわらず一定であったことから支持される. したがって, LVs. area と LVs. dist

表3 体重（体表面積）と相関する項目の標準値換算式

| | | 換 算 式 | |
|--|----------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| | | 雄 | 雌 |
| M-mode | 1) Chordae tendineae level | | |
| | IVSd (mm) | $y = 0.20x + 4.6 \pm 1.5A$ | $y = 0.28x + 3.8 \pm 1.2B$ |
| | IVSs (mm) | $y = 0.25x + 7.1 \pm 1.7A$ | $y = 0.44x + 5.0 \pm 1.4B$ |
| | LVIDd (mm) | $y = 0.75x + 24.2 \pm 5.0A$ | $y = 1.34x + 17.8 \pm 4.1B$ |
| | LVIDs (mm) | $y = 0.56x + 15.5 \pm 4.6A$ | $y = 0.87x + 11.9 \pm 4.3B$ |
| | LVWd (mm) | $y = 0.14x + 5.3 \pm 1.8A$ | $y = 0.25x + 3.9 \pm 1.3B$ |
| | LVWs (mm) | $y = 0.20x + 7.2 \pm 2.3A$ | $y = 0.36x + 5.4 \pm 2.1B$ |
| | EDV (ml) | $y = 2.58x + 14.8 \pm 17.0A$ | $y = 3.86x + 0.8 \pm 12.6B$ |
| | ESV (ml) | $y = 1.21x + 2.7 \pm 9.3A$ | $y = 1.46x - 0.1 \pm 7.5B$ |
| | SV (ml) | $y = 1.37x + 12.1 \pm 10.1A$ | $y = 2.40x + 0.9 \pm 7.5B$ |
| | CO (l/min) | $y = 0.15x + 1.5 \pm 1.7A$ | $y = 0.22x + 0.9 \pm 1.2B$ |
| | 2) Mitral valve level | | |
| | EPSS (mm) | $y = 0.14x + 1.5 \pm 1.2A$ | $y = 0.14x + 1.6 \pm 1.0B$ |
| | 3) Aortic valve level | | |
| | Ao. M-mode (mm) | $y = 0.32x + 12.9 \pm 2.1A$ | $y = 0.47x + 10.8 \pm 2.3B$ |
| | LA. M-mode (mm) | $y = 0.43x + 11.5 \pm 2.7A$ | $y = 0.53x + 10.3 \pm 1.5B$ |
| | B-mode | 1) Long-axis four chamber view | |
| LVd. area-L (cm ²) | | $y = 0.52x + 5.3 \pm 2.3A$ | $y = 0.63x + 4.3 \pm 2.2B$ |
| LVd. dist-L (mm) | | $y = 0.74x + 35.8 \pm 4.8A$ | $y = 0.94x + 32.3 \pm 4.7B$ |
| LVs. area-L (cm ²) | | $y = 0.28x + 2.3 \pm 2.1A$ | $y = 0.26x + 2.6 \pm 1.8B$ |
| LVs. dist-L (mm) | | $y = 0.62x + 26.4 \pm 5.0A$ | $y = 0.68x + 25.9 \pm 5.9B$ |
| LVd. volume-L (ml) | | $y = 2.0x + 2.2 \pm 8.8A$ | $y = 2.19x + 1.2 \pm 8.2B$ |
| LVs. volume-L (ml) | | $y = 0.73x + 0.43 \pm 5.3A$ | $y = 0.55x + 1.7 \pm 4.1B$ |
| SV-L (ml) | | $y = 1.22x - 2.6 \pm 5.8A$ | $y = 1.62x - 0.5 \pm 5.2B$ |
| CO-L (l/min) | | $y = 0.14x + 0.3 \pm 1.1A$ | $y = 0.15x + 0.4 \pm 0.8B$ |
| 2) Short-axis ventricular papillary muscle level | | | |
| LVd. area-S (cm ²) | | $y = 0.37x + 4.4 \pm 2.3A$ | $y = 0.50x + 2.9 \pm 2.3B$ |
| LVs. area-S (cm ²) | | $y = 0.20x + 1.4 \pm 1.6A$ | $y = 0.26x + 0.9 \pm 1.6B$ |
| LVd. volume-S (ml) | | $y = 2.04x + 8.7 \pm 10.8A$ | $y = 2.34x + 4.6 \pm 9.9B$ |
| LVs. volume-S (ml) | | $y = 0.85x - 0.8 \pm 6.1A$ | $y = 0.87x + 0.9 \pm 5.3B$ |
| SV-S (ml) | | $y = 1.19x + 7.9 \pm 6.4A$ | $y = 1.47x + 3.7 \pm 6.3B$ |
| CO-S (l/min) | | $y = 0.14x + 0.9 \pm 1.1A$ | $y = 0.13x + 1.0 \pm 0.8B$ |
| 3) Short-axis aortic root level | | | |
| RV (mm) | | $y = 0.37x + 12.6 \pm 1.9A$ | $y = 0.40x + 12.0 \pm 1.8B$ |
| Ao (mm) | | $y = 0.39x + 12.9 \pm 2.0A$ | $y = 0.43x + 12.0 \pm 2.5B$ |
| LA (mm) | | $y = 0.38x + 12.1 \pm 2.3A$ | $y = 0.48x + 10.9 \pm 2.3B$ |
| RA (mm) | | $y = 0.35x + 12.3 \pm 1.9A$ | $y = 0.50x + 10.4 \pm 2.2B$ |
| PA (mm) | | $y = 0.37x + 11.5 \pm 1.3A$ | $y = 0.42x + 10.3 \pm 1.8B$ |
| Doppler | | | |
| 1) Five chamber view | | | |
| ET (ms) | | $y = -0.47x + 243.1 \pm 17.8C$ | $y = -0.34x + 218.7 \pm 33.5D$ |

y: 標準値 x: 体重

$$A = \sqrt{(1/36) + [(x-13.0)2/359.36]}$$

$$B = \sqrt{(1/19) + [(x-9.99)2/124.07]}$$

$$C = \sqrt{(1/36) + [(x-120.8)2/16139.6]}$$

$$D = \sqrt{(1/19) + [(x-130.0)2/10511.6]}$$

に関して、体重に対して強くはないものかなりの相関があるものと捉えることが必要である。

短軸断面乳頭筋レベルからの左室容積の算出法も推奨されており [2], radionuclide ventriculography で計測した容積と比較しても高い相関をもっている [11]. 拡張期の左室面積と容積に関しては、長軸と同様、体重に関して強い相関がみられたが、収縮期では強い相関がみられなかった。さらに、他の形態学的検査項目と同

様、年齢、心拍数とは強い相関はみられなかった。したがって、この断面からの計測項目を評価する際には、体重を考慮すればよいと考えられる。また、他の断面同様、EFは体重や雌雄差などの要因にかかわらず一定であった。これは、Bモード法の長軸での傾向と一致しており、平均値もほぼ同様の値を示した。

短軸断面大動脈根レベルの各部位の測定値はすべて、体重と強い相関があった。この結果はMモード法で

Ao, LA を評価したものと同様であった。しかし, Ao に対する PA, RV, LA の比は, 体重, 年齢, 心拍数, 体表面積, 雌雄差のどれともあまり相関がなかった。

以上のように, Bモード法の測定値は, Mモード法と同様, 体重と強い相関があり, 雌雄差もみられた。

ドプラ法では PEP, ET を計測した。この項目は直接的に心疾患を評価するものではないが, いくつかの心疾患で変化することが報告されている [1]。また, 各弁口部の流速を評価した報告もいくつかあり, 今回はそれらと比較するとともに, 体重や心拍数などとの関連性を調べ, 標準値を算定した。

五腔断面 (左室流入・流出路) における PEP, ET, PEP/ET では, ET が体重との相関が認められなかったものの心拍数と相関を示し, Pipers ら [10] の報告と一致した結果が得られた。このことから, ET は心拍数に影響される可能性のあることを考慮する必要性が示唆された。

Ao. Vmax, Ao. MVel, Mitral. E および A に関しては, 体重や心拍数など, どの項目とも相関はみられなかった。心拍数と相関があるという報告 [7, 13] もみられるが, 今回の結果は Yuill ら [13] の心拍数, 年齢と相関なしとする結果と一致した。平均値も既報 [5, 7, 13] とほぼ一致しているため, 犬種間における差もないものと考えられた。

短軸断面大動脈レベルでは, PA. Vmax, PA. MVel, Tricuspid. E および A を計測した。左室と同様, どの要因とも強い相関はなく, 既報と一致した [5, 7, 13] ことから, 犬種や, 体重, 心拍数, 雌雄差などその他の要因にかかわらず, 流速は一定であることが示唆された。

以上のように, ドプラ法における各弁口部の流速は, 犬種や, 体重, 心拍数, 雌雄差などその他の要因にかかわらず一定であり, 評価に際しては, それらの要因を考慮する必要はないことが示唆された。

引用文献

- [1] Atkins CE, Snyder PS : J Vet Intern Med, 6, 55-63 (1992)
- [2] Bonagura JD, Fuentes VL : Textbook of Veterinary Internal Medicine, Ettinger SJ, et al eds, 5th ed, 834-873, WB Saunders Co, Tokyo (2000)
- [3] Bonagura JD, O'Grady MR, Herring DS : Vet Clin North Am, 15, 1177-1194 (1985)
- [4] Boon J, Wingfield WE, Miller CW : Vet Radiol, 24, 214-221 (1983)
- [5] Brown DJ, Knight DH, King RR : Am J Vet Res, 53, 543-550 (1991)
- [6] Crippa L, Ferro E, Melloni E, Brambilla P, Cavalletti E : Lab Anim, 26, 190-195 (1992)
- [7] Kirberger RM, Bland-van Den Berg P, Grimbeek RJ : Vet Radiol Ultrasound, 33, 380-386 (1992)
- [8] Lombard CW : Am J Vet Res, 45, 2015-2018 (1984)
- [9] Nelson RW, Cout CG : Small Animal Internal Medicine 2nd ed., 34-46, WB Saunders Co, Tokyo (1998)
- [10] Pipers FS, Andryscio RM, Hamlin RL : Am J Vet Res, 39, 1822-1826 (1978)
- [11] Sisson DD, Daniel GB, Twardock AR : Am J Vet Res 50, 1840-1847 (1989)
- [12] Teichholz LE, Kreulen T, Herman MV, Gorlin R : Am J Cardiol, 37, 7-11 (1976)
- [13] Yuill CDM, O'Grady MR : Can J Vet Res, 55, 185-192 (1991)

Morphological and Functional Standard Parameters of Echocardiogram in Beagles

Satoshi UNE*, Akiko TERASHITA, Munekazu NAKAICHI, Kazuhito ITAMOTO,
Kun-Ho SONG, Takeshige OTOI, Yasuho TAURA and Mineo HAYASAKI†

* Department of Surgery, School of Veterinary Medicine, Yamaguchi University, 1677-1
Yoshida, Yamaguchi, 753-8515, Japan

SUMMARY

Fifty-five beagle dogs (36 males and 19 females) were evaluated for standard values for morphological and functional parameters of echocardiogram. The dogs showed normal cardiac functions by electrocardiography, and were free of canine heart worm infection. M-mode, B-mode and Doppler imaging were employed. The data of 52 measurement points from the dogs indicated that most of the points in M- and B-modes correlated statistically with body weight. There were significant differences between males and females. These data enabled us to establish conversion formulas for males and females respectively from any value of body weight to standard values of cardiac morphological and functional parameters.

— Key words : beagle, conversion formula, echocardiogram, standard parameter.

† Correspondence to : Mineo HAYASAKI (Veterinary Clinical Center, School of Veterinary Medicine, Yamaguchi University)
1677-1 Yoshida, Yamaguchi, 753-8515, Japan TEL · FAX 083-933-5896

J. Jpn. Vet. Med. Assoc., 57, 793 ~ 798 (2004)