

## 4 . 馬にみられる病気

### 競走馬の循環器系（心臓・血管）とその疾患 その3

獣医病理専門医（JCVP 評議員）獣医学博士 吉原 豊彦

前号では運動による循環器系の機能の向上および心電図について解説しました。今号ではその続きとして、競走馬の心臓をはじめとする循環器系にみられる疾患や心電図上の異常について説明します。

#### 競走馬の心臓病

循環器系は心臓と血管で構成され、馬の全身のあらゆる器官や臓器組織に、酸素や栄養分およびその他の重要な構成要素などを供給する生体にとって不可欠なシステムです。心臓は循環器の一部として唯一のポンプ機能のある装置であり、その機能の崩壊は直ちに動物の生命の危機につながります。

一般に、動物の死亡は納得のいく原因（病気や外傷など）あるいは経過があれば説明が付きませんが、原因が判然とせず、死亡経過が短い場合には、しばしば予期しない心停止によると考えて心臓麻痺という表現が使われます。しかし、心臓麻痺は俗称であって学術用語ではありません。人の心臓麻痺の場合、その多くは心筋梗塞すなわち血管が詰まって血流が滞り、血液が心臓にいかなくなって心筋の壊死が起こり死に至ることを指します。しかし、馬は冠状動脈疾患を患うことはほとんど無く、このタイプの心臓麻痺はめったに起こりません。予測しない状況下で急死した競走馬に対し、心臓に疾患のない状態での心臓麻痺という用語の使用は不適切であり、精査する必要があると思います。

馬の心臓病は急に進行する急性心臓疾患と、ゆっくりと進行する慢性心臓疾患とに分けられます。病気の進行速度は、根本的な原因と病変のできた組織の位置に依存します。馬の心臓病は、心奇形、心臓への直接的な傷害、刺激伝達系、あるいは他の臓器の疾病により二次的に引き起こされることがあります。心臓に異常を持つ馬は、時に臨床症状を示すことがありますが、示さないこともあります。

急性心臓疾患は、心臓への直接的損傷または刺激伝達系の障害により生じ、馬では心臓への血流障害、薬物や毒物による刺激伝達系障害、不整脈、栄養失調、外傷性傷害および心筋への細菌や寄生虫の感染、ホルモンあるいは化学物質による中毒性傷害などが報告されています。障害を受けた心筋は再生させることが難しく、原因に関係なく急性の心機能障害は心臓病を慢性化させます。

馬の慢性心臓疾患は心室や弁または血管の先天性欠損、心臓または弁における古い損傷、他の器官の疾病による全身的な血流の変化により、二次的損傷として起こる心臓障害によって生じることがあります。慢性心臓疾患では心臓が肥大し、心臓の機能異常を一時的に補正しながら緩慢に起こります。慢性心臓疾患は、基本的に体組織への酸素の供給が阻害されるため、心臓は全身からの酸素の需要をまかなうように過度に働くことになり、最終的には心臓に無理な負荷がかかることから心臓麻痺を引き起こします。

わが国の競走馬にみられる心臓疾患の発生状況について、JRA 競走馬保健衛生年報(JRA 馬事部発

行)の2000～2009年の10年間のデータを調べてみました(表1)。それによると、循環器系疾患には心房細動と心不全があり、心房細動の発生は年に17～54頭とばらつきが大きいのですが、平均すると年に34頭前後の発生数でした。このうちレース中には毎年20～25頭の馬が心房細動を発症しています。

**表1 JRA所属競走馬における心臓疾患の発生概況**

年度	心房細動 発生頭数	心不全頭数			心電図検査実施頭数	
		競走中	調教中	計	安静時	運動時
2000	32	3	4	7	287	19
2001	17	7	10	17	240	13
2002	27	2	6	8	306	15
2003	37	6	4	10	373	24
2004	34	4	9	13	380	30
2005	34	10	7	17	385	22
2006	43	5	8	13	411	21
2007	30	2	4	6	392	23
2008	34	5	6	11	338	20
2009	54	5	7	12	450	37
平均	34.2	4.9	6.5	11.4	356.2	22.4

循環器系に障害がある馬は、中央競馬ではトレーニング・センターに入厩する以前にすでに選択的に排除されていると推測されます。一方、心不全は例年11頭前後の発症があり、レースと調教中の発生数はだいたい半数という状況でした。

次に、海外における馬の心臓疾患の発生に関する疫学調査報告を紹介します。2000年から2009年の間に米国ケンタッキー大学にある動物の病理検査施設(Kentucky necropsy service)に送付された261例の馬の剖検材料を対象として確認された心臓病についての成績です。内訳をみると、急性心臓疾患は261頭の馬のうち174例でした。これらの症例の詳細は、外傷性傷害5例、心筋の変性と壊死42例でした。炎症性疾患は127例あり、その内訳は心筋炎59例、心内膜炎29例、心膜炎(心嚢炎)39例でした。さらに慢性心臓疾患は107例あり、その内訳は、心臓肥大症11例、慢性心臓弁膜症1例、先天性奇形21例、心筋症31例、心筋線維症25症例、心臓麻痺18例でした。個々の検体から複数の心臓異常が認められた例もありました。なお20例は、急性および慢性心臓疾患の両方に罹患していたということです。

馬の心臓疾患は多面的で、複雑なメカニズムで誘発されと考えられています。通常、心臓発作は起きにくいのですが、稀とはいえ突発的に危機的な心臓異常を引き起こし、突然死することがあることを認識していなければなりません。

### レース中の突然の失速の原因の多くは心房細動

心臓は正常に動いている時には洞房結節(SAN)から一定頻度の刺激が発生し、これが刺激伝導系を通過して心臓全体に伝搬して全ての心筋を興奮させて、心房および心室を収縮させて血液を拍出し

ます。この正常な心拍調律を正常洞調律といますが、これを逸脱する異常な心拍調律を不整脈といます。不整脈には様々な種類がありますが、その発生機序により、洞結節における刺激生成の異常、洞結節以外の場所からの刺激発生、および心臓内における興奮伝達の異常などに区別されます。不整脈は日常の診療で頻繁にみられますが、臨床的にあまり重視されていませんでした。しかし、心電図検査法の導入と普及により、不整脈に対する臨床的意義について関心が高くなってきました。

## 1．心房細動

競走馬がレースで走行中に突然スピードが遅くなり失速し、馬群からズルズルと引き離されていくことがあります。勝った馬から大差で遅れて入線した後にすぐに骨や靭帯、筋腱、呼吸器系など色々と検査しても特に異常は認められず、歩様検査も正常ですが、聴診すると不整脈があり、心電図検査で心房細動 (atrial fibrillation : af) が確認されることがあります (図1)。

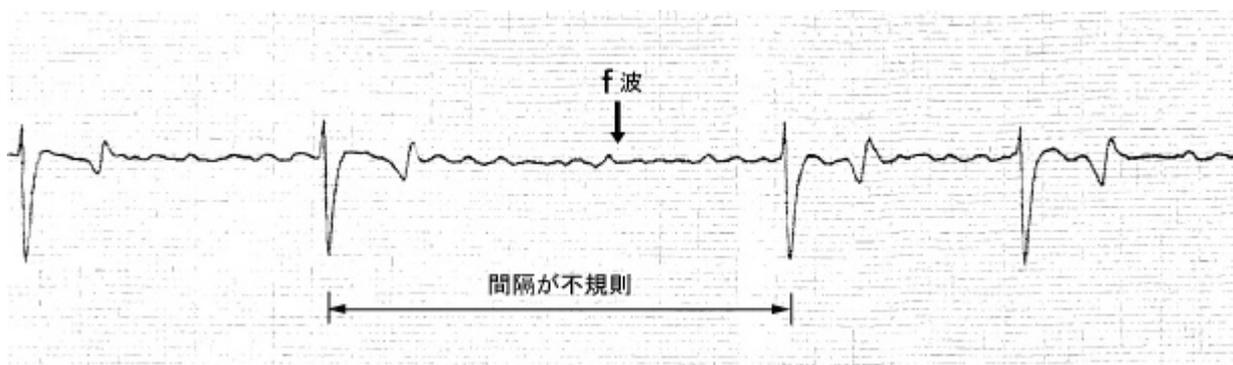


図1 心房細動を発症した競走馬の心電図

心房細動を発症した馬の心電図の特徴は、形および大きさ共に不規則となり、基線の動揺のような形として見える f 波 (矢印) という波形の出現です。P 波は消失し、R-R 間隔は不規則となります。

心房細動は心臓の刺激伝導系に突然異常が起きることにより、一時的に規則正しいリズムを失う心臓発作の一種です。健康馬でも突発的に発症するため、発症の予測は難しく、発作性心房細動と呼ばれています。心房が正規のリズムで収縮できず、不規則に激しく振動する状態になるため、心臓の電氣的刺激の伝達が不規則になり、心臓が血液を全身に供給するという血液循環の機能を十分に果たせなくなることから、心房細動の発症馬は結果的に酸素欠乏状態に陥ります。

馬の心房細動の発生は半世紀前にすでに分かっていたましたが、レース中に発症することは 1970 年代に日本中央競馬会 競走馬保健研究所 (現 JRA 総研) とトレーニング・センターとの共同研究で発見されました。すなわち、京都、中京および阪神競馬場でのレースで、1 着馬から大差で遅れて入線した馬の心電図検査を行うことにより、心房細動が確認されたのです。それ以降、大差で入線した馬は、心房細動の発症を疑い、日常的に心電図検査が行われるようになりました。

心房細動の原因は今のところ不明であり、発症しても翌日には自然に消失する一過性の例が大部分であり再発することは稀です。しかし、自然治癒しない場合があり、その時は薬物による治療を行います。

## 2．心ブロック

以前、心臓には電氣的刺激を伝える刺激伝導系があることを説明しましたが、心ブロックとはこ

の伝導路が心筋梗塞、心筋炎、結合組織変性など病理学的変化あるいは機能的障害によって途絶えることにより起こります。これは起こる部位により、洞房ブロック、房間ブロック、房室ブロック、左脚あるいは右脚ブロック、心室内伝導障害などに分類されます。ブロックはその程度により軽度なものから、伝導時間の延長(1度)、不完全途絶(2度)および完全途絶(3度)に分類されます。異常が見つければ、負荷心電図、ホルター心電図、心臓超音波検査(心エコー)などの検査を行います。

## 馬の突然死の原因

馬において突発的に発生する突然死は、最終的には病理解剖によって診断されますが、原因が特定できない場合もあります。突然死は、急性心不全、大動脈破裂、脾臓破裂、運動性肺出血(exercise-induced pulmonary hemorrhage: EIPH)、子宮動脈破裂、喉嚢真菌症および心内膜炎などが原因疾患となります。何の前触れもなく健常な馬が突発的に急死する突然死では、その多くが循環器系の疾患に起因することが報告されています。心不全は心臓が機能不全に陥り、心筋の収縮力が減退ないし消失し、全身性の血液循環障害を伴って心臓に還流する血液が完全に心室内から拍出できないために起こります。前日まで元気だった馬が翌朝に馬房や放牧地で死亡していたという場合には診断がより困難なことが多く、循環器系(心臓・血管)以外に感染性疾患や中毒症が原因となることがあります。馬の急死を起こす可能性のある感染性疾患には、クロストリジウム性腸毒血症、サルモネラ症、ティザー病、急性大腸炎などが挙げられます。一方、馬の急死を起こす可能性のある中毒植物や物質としては、青カビ、スイートクローバー、イチイ、ヒ素、およびセレンウムなどがあります。また、急死する特殊な原因としては、抗生物質などに対するアナフィラキシー・ショック、感電死、頸部外傷および転倒などに起因する髄膜出血および横隔膜ヘルニアなども報告されています。

## 運動中や直後に起こる心臓突然死

競走馬は調教の運動中あるいはその直後に急に心臓に異常をきたし、突然死することがあります。このような症例の発生はきわめて稀であり、全く前兆が無く突発的に起きるため、その原因を究明することは困難なことが多いのですが、偶然にも心臓病理学的に調べることができた症例を紹介します。その詳細は、競走馬(5例)の心臓病理学的検索を行う中で5例中1例については突然死直前の連続心電図を記録(7分間余り)することに成功し、数種類の不整脈を解析することができました。臨終では2連続性心室性期外収縮(VPCs)に続くR-on-T現象が心室細動を惹起し、次いで心停止に移行しました。R-on-T現象とは心室性期外収縮が、先行T波の頂上付近に出現する状態にみられる現象をいいます。心室性期外収縮は急性心筋梗塞や狭心症があると心室細動などの致死性不整脈に陥りやすく、突然死の誘因となります。検索した5例の心臓の病理学的所見は、洞房結節に隣接する右心房筋の限局性心筋線維化、房室結節動脈および洞房結節動脈における細・小動脈の硬化性変化、房室伝導系を含む心室中隔上部の心筋線維化および膠原線維増生性変化でした。病態の発生について形態学的に調べてみると、血管の硬化性病変によって引き起こされる心筋の虚血性変化から、線維化あるいは膠原線維の増生への過程は、不整脈の発生に重大な役割を果たしているものと考えられました。そして、このような心筋の線維化あるいは膠原線維の増生する病変が、刺激伝導系の房室束と脚の領域に認められた所見は、重篤な心室性不整脈の発生と密接に関係して

いるものと推察されました。

## 馬の動脈にみられる病変

生体に分布する血管には動脈と静脈の2種類がありますが、動脈は全身の隅々にまで豊富な酸素や栄養などを含んだ血液を送る必要があるため血圧が高くなることから、その血管壁は厚く丈夫で弾力性に富んでいます。しかし、静脈は末梢の毛細血管から心臓へ血液を戻す働きを行い、動脈とほとんど並行している部分の管腔の断面積は動脈より広く、その血管壁は動脈に比べて薄くて弾力性に乏しいという特徴があります。軽種馬の場合、血管病変はそれほど多くはみられません。ここでは、主に動脈の血管病変について説明します。

### 1. 動脈内膜炎・寄生性動脈瘤・血栓塞栓症

馬では若い馬であっても時として太い血管において、動脈内膜炎、寄生性動脈瘤あるいは血栓塞栓症がみられることがあります。これらの血管病変の主な原因は、普通円虫の幼虫の体内移行によって起こることが多いのです。馬に寄生する線虫の中に円虫がありますが、これはさらにいわゆる大円虫（普通円虫・無歯円虫・馬円虫）と小円虫（小形腸円虫：数十種類）に区別されます。このうち普通円虫の感染幼虫（第3期幼虫）は馬の消化管から侵入すると、主に小腸の粘膜に潜り込み、そこから動脈内を這いまわり成長する過程で体内移行を行います。その際、腹腔内に分布する動脈の内膜下を遊行するため、動脈壁に損傷を与え、結果的に動脈内膜炎（図2、3）を引き起こし、時として動脈瘤を形成したり、血栓や塞栓症を起こすことがあります。若馬において動脈内膜炎を生じると、出血性大腸炎や重度の疝痛の原因となる血栓症あるいは塞栓症を起こすことがあります。したがって若馬に対してはこれら疾患の発症予防のため、定期的に虫卵検査を行い、陽性馬に対しては円虫の駆虫を行う必要があります。

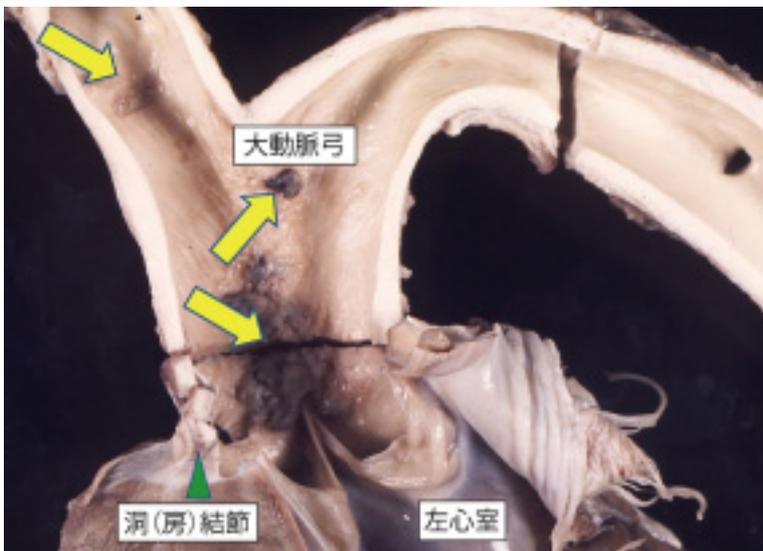
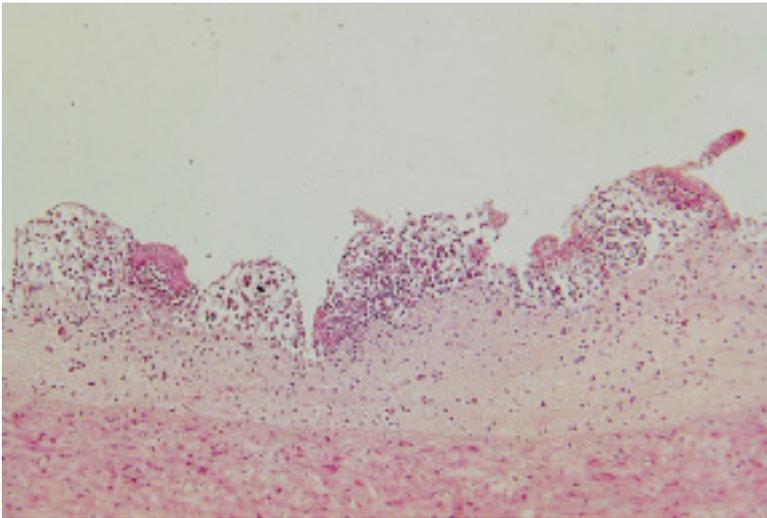


図2 大動脈弓の動脈内膜炎

大動脈起始部から大動脈弓にかけての動脈内膜炎により動脈内壁は粗造化（矢印）しています。



**図3 大動脈の内膜炎（組織像）**

動脈内膜は肥厚し凹凸となり、炎症性細胞が多数浸潤しています。原因は普通円虫の幼虫が移行することによると考えられます。

## 2．大動脈破裂

馬では稀に大動脈破裂が原因で大量出血による突然死がみられることがあります。主に高齢馬やサラブレッドの種牡馬にみられ、運動中などに突然崩れるように倒れて急死し、病理解剖の結果、急性大動脈破裂が原因であることが確認されます。馬の大動脈破裂は心臓と大動脈の接合部や大動脈弓部によくみられます。馬の大動脈破裂の発症要因は、円虫幼虫の動脈壁への侵入や動脈瘤形成、動脈の中膜変性や壊死などが挙げられます。特発性動脈破裂は、健康な動脈壁に発生することは稀であり、多くは動脈破裂の生じる前になんらかの病的変化が動脈壁にみられます。すなわち大動脈や冠状動脈の破裂の場合、いずれも中膜変性や壊死が関係しており、これらの病変に加えて急激な血圧の上昇が加わって破裂を起こします。馬の大動脈破裂に対して有効な治療法は無く、急死を免れても鬱血性心不全が進行し、予後不良に至る場合が多いことが知られています。

## 3．子宮動脈破裂

子宮動脈破裂は、周産期の繁殖牝馬の子宮動脈が破綻し、その結果出血を起こす母馬の致死病的疾患です。主に高齢（年齢が18歳以上）の繁殖牝馬においてみられることの多い疾患です。

繁殖牝馬は、妊娠中には胎子が必要とする酸素や栄養を供給するため、子宮には多量の血液が流入しています。その血液の流入経路には、卵巣動脈（子宮枝）、子宮動脈および腔動脈（子宮枝）の3枝があり、この中で子宮動脈は最大の動脈です。子宮動脈は腹大動脈に連続して走行する内あるいは外腸骨動脈から分岐しており、分岐する元となる動脈は馬の個体によりバラエティーに富んでいます。腸骨動脈などから分岐した子宮動脈は、腹腔背壁から子宮に至る薄い2重の膜すなわち子宮広間膜の間を走行し子宮壁へ到達します。なお子宮広間膜には上記の動脈以外に神経、静脈および尿管も走行しています。

子宮動脈破裂は主に分娩前後の高齢馬において発症し、発汗、可視粘膜の蒼白化がみられ、震えや微弱な疝痛というような臨床症状がみられますが、重症例では大量出血により死亡します。時として母体と胎子を同時に失うこともあり、経済的損失が大きい疾患ですが、これまで病態の詳細な解析や予防・治療法の検討はほとんど行われていませんでした。現在、その発症要因や予防法は明

確ではありませんが、病理学的な見地から病態解明が進められており、これまでの検索で子宮動脈の破裂は特定の箇所で行われる傾向があることが判明し、その組織学的な要因として、動脈壁の線維化すなわち弾力性の低下が疑われました。大量の出血を伴い子宮に対するダメージも大きい疾患であるため、迅速処置に加え、予防法や発症リスク低減への検討が必要と考えられます。

なお、この疾患に関してはBTC ニュース 74 号（2009 年）に掲載していますので、軽種馬の生産性を高める上で参照していただければ幸いです。

#### 4 . 大動脈の石灰沈着

大動脈の石灰沈着は軽種馬に頻りに観察される病変ではありませんが、わが国でも報告されていますので紹介します。症例はサラブレッド種、2 歳の牝馬で、滋賀県内の馬飼養牧場に県外から搬入されました。臨床的には、生前より多飲、多尿で、食欲不振を示し、青草のみ摂食していましたが、繋養開始の翌月より発熱し、水様性下痢がみられ、加療されましたが死亡しました。剖検の結果、肝臓および腎臓における斑状の褐色変性、大動脈弓の内膜および心内膜に硬結巣の形成があり、組織学的に同部の大動脈内膜は隆起し、内膜下に広範にわたり高度の石灰沈着が認められました。肺は高度に鬱血し、動脈内膜の石灰沈着がみられ、腎臓、胃および空腸でも硬結部位に広範な石灰沈着が認められたということです。細菌およびウイルス学的検査で特に主要臓器から病原菌は分離されず馬ヘルペスウイルスに対する PCR 検査も特異遺伝子は検出されず、血液生化学的検査でも著変は認められませんでした。これらのことから、この症例はビタミン D の過剰投与などによるカルシウムの代謝異常が疑われました。

偶発的な他の原因で死亡した比較的若い軽種馬の剖検において、大動脈（胸あるいは腹大動脈など）の血管壁に石灰沈着（図 4、5）を認めることがあります。一般に、カルシウムは骨組織を含めると動物体内で最も多量に存在するミネラルで、全体の 99% は骨格や歯などの硬組織に含まれます。摂取されたカルシウムは小腸から吸収されますが、ビタミン D が不足していると吸収効率が悪くなります。一方、リンはリン酸としてカルシウムに次いで体内に多く存在するミネラルであり、全体の 80% がカルシウム同様に硬組織に含まれているといわれています。近年、カルシウムとリン酸との積が大き過ぎると血管の石灰化が起こりうるということが認識されてきています。飼養管理に際してはカルシウムやビタミン D およびリンなどのバランスがとれていることが求められます。

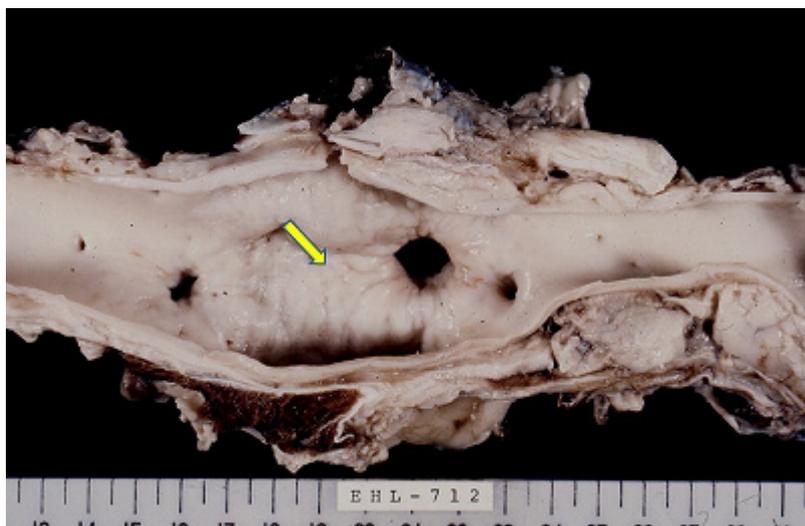
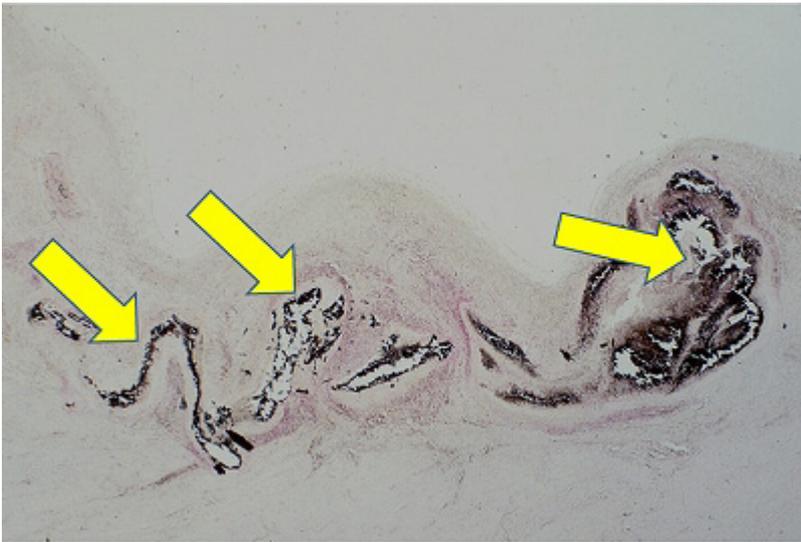


図 4 腹大動脈壁の石灰沈着

動脈内膜面は硬化して凹凸となり、粗造化（矢印）しています。



**図5 動脈の石灰沈着（組織像）**

コッサ染色により石灰は黒褐色に染色（矢印）されています。

これまで3回にわたり、心臓および血管からなる循環器系の構造および機能並びにそこにみられる疾患について解説しました。より速く走ることが求められる競走馬にとって循環器系は大切な器官です。さらに関心を高めて強い馬づくりに役立てていただければ幸いです。