

近赤外線照射器の競走馬臨床における応用

山手寛嗣 若月愛子 藤村泰子 藤村崇輔 藤森康至

要 約

- ・競走馬臨床では脱薬物治療・非侵襲的治療・低経費療法が求められている。
- ・物理療法・理学療法が馬にもやさしい治療法として見直されてきている。
- ・レーザーを始めとした光線療法がフィールドで手軽に実施でき、効果的である。
- ・光線治療は薬物を使わないので、極端な場合レース直前の使用も可能で、ドーピング検査に抵触する心配がまったく無い。
- ・近赤外線照射器をはじめとする物理・理学療法はそれ単独で治療を完結できるものではなく、他の治療法と併用することにより、補助的に効果をあげることができる。(言い換えれば)他の治療法と併用することが可能な治療法である。
- ・近赤外線治療器は温熱作用と光線作用の両作用を同時に期待できる。
- ・近赤外線治療器は生体内深部にまで到達し皮膚を始め筋肉・靭帯・骨に作用する。
- ・近赤外線治療器は一般的に安全性が高く操作が簡単である。
- ・外科、整形外科、鍼灸科をはじめ多くの診療分野で応用可能である。
- ・非侵襲的で痛みと感染を伴わず、非接触性に使用可能である。
- ・近赤外線治療器は波長の幅が広く高密度・高出力で生体深達性が高く短時間で効果的である(ある程度の即効性も期待できる)。
- ・近赤外線治療器は生理活性、創傷治療促進、消炎鎮痛などの作用が他の光線治療器より強い。
- ・亜急性～慢性移行し薬物療法に反応しがたい症例で著効を呈することがある。
- ・皮膚疾患、神経症状、麻痺症状の改善が顕著である。
- ・患馬の体調による効果のばらつきが見られにくく、ある程度一定の効果を引き出すことができる(いわゆる低出力レーザーでは波長が単一のため効果にばらつきが見られやすい)。
- ・鎮痛効果が高く局所麻酔に代わり神経ブロックを行なう事ができる。
- ・導入時少々高額であるが、その後はメンテナンス、維持費がほとんどかからない。腫瘍などでは使用禁忌、また、大出力で長時間連続して使用してはならない。

はじめに

“競走馬の一生は故障との戦いである”と言っても過言ではない。競走馬は、少なくとも育成に入ってから引退するまで、その馬の持つ能力、つまり体力、瞬発力、スピード、持久力の限界を常に求められ、競走中にはその生理的限界を超えてしまう場合もあるからである。競馬場で競走馬の臨床を手がける我々獣医師の仕事とし

て、体調維持のための普段の健康管理、感冒やせん痛・下痢などの内科疾患よりも、いわゆる故障と呼ばれる整形外科分野や外傷など外科分野の診療依頼が多いのもそのためである。特に整形外科分野で遭遇する機会の多い疾患として、運動に起因して発症する疾患、つまり筋肉痛、腱炎、関節炎、腱鞘炎、骨折等運動器疾患が挙げられる [23]。これらの疾患は、発赤、腫脹、

疼痛等の炎症症状を伴い、なかでも痛みを伴うこと、つまり跛行を呈することが最大の特徴である。そのため、長期休養を余儀なくされる競走馬も多々存在する。そこで、疼痛を和らげ苦痛を少なくすること、また、できるだけ早く調教・競走に復帰させるということが、厩舎サイドの願いであり、我々獣医師の使命の一つでもある。痛みを和らげ、炎症を鎮めるには、鎮痛剤や消炎剤の投与と療法を選択使用することになる。すなわち、内用、外用注射あるいは物理療法で対応するのが一般的である。その際、静脈注射、筋肉注射をはじめ、笹針や焼烙を頂点とする馬の治療には苦痛を伴うものが多い。その結果、鼻捻をかけながら侵襲的な治療を行なう事に獣医師や厩舎スタッフが慣れてしまっていることは否めない。馬好きの人にとっては少し辛いことでもあるが、獣医師が厩舎に入ると、“何か痛いことをされる”と思って馬が逃げる場面が存在するのも事実である。また、馬を傷つけることは、以前、馬伝染性貧血が大流行した事例でもお分かりの様に、感染を広げることに繋がる可能性もある。そのうえ、馬が痛みによって暴れる場合は、治療する我々も危険に曝される機会がそれだけ多くなるということでもある。動物愛護また衛生上の観点からも、非侵襲的で苦痛を伴わない治療が求められている。つまり、我々臨床獣医師は一つの方向として、薬物療法から脱却し、非侵襲的な治療を目指していくことも模索しなければならない。そこで、治療とはいかなることか、その原点は何かということを考えてみると、子供の頃に“痛い痛い飛んでゆけ”と両親に擦ってもらった記憶が蘇るのである。あれは一種のおまじないのようなものだが、不思議と痛みが和らぐものである。掘り下げてみると、治療の始まりは手当てと言えそうである。手当てとは、まさに痛いところに手を当てさす事そのものに他ならない。また、競走馬では禁止薬物その他、種々の制約があり、薬物を使用しての治療はな

るべく控えたい、出来れば治療経費も抑えたいというのも実情である。それゆえ、薬物に頼らない治療として、患部を冷やしたり、温めたりといった手当てを連日継続し、多くの時間と労力を消費することになる。しかしながら、そのような治療では限界があり、より効果的な治療が求められている。そこで、それらを補う治療法として、薬物治療や外科的治療に比較して生体に対する侵襲や副作用が少なく、痛いところに手を当てるような治療法、つまり痛みや苦痛を伴わない理学療法や物理療法が今まさに注目されているのである。

理学療法と物理療法

理学療法や物理療法はマッサージや温泉に始まり、流水やジャグジー、さらにはホットパックやマイクロ波に至るまで利用されている。最近では超音波やレーザーが効果が高く低価格化され多く使われている。理学療法は冷却・温熱・振動・光線を使い、治癒を促進する効果が期待されるものであるが、とくに疼痛を和らげる作用が求められている。疼痛に対する作用が強い療法としてレーザーや光線が知られるようになり、我々の身近にも種々の治療器が見られるようになった。光線治療としては、近赤外線、低出力半導体レーザー、キセノン光などが使われている。なかでも近赤外線照射器は、温泉療法に近い効果など種々の優れた作用を持ち、競馬関係においても、それらを導入する診療所、病院、厩舎、牧場が多くなってきた。近赤外線照射装置として、スーパーライザー（東京医研）、アルファビーム（ミナト医科）、キセノン治療器（日本医広）などがある。

赤外線は、太陽エネルギーを基礎とした我々の生存や生活に関わる基本的な環境因子の一つで、特に生体の温熱調節機能に対する物理的作用を通じて、生理機能の維持と賦活に関わっている。温熱効果は、皮下深部温度の上昇、毛細血管の拡張、血液循環の活性を促すことによ

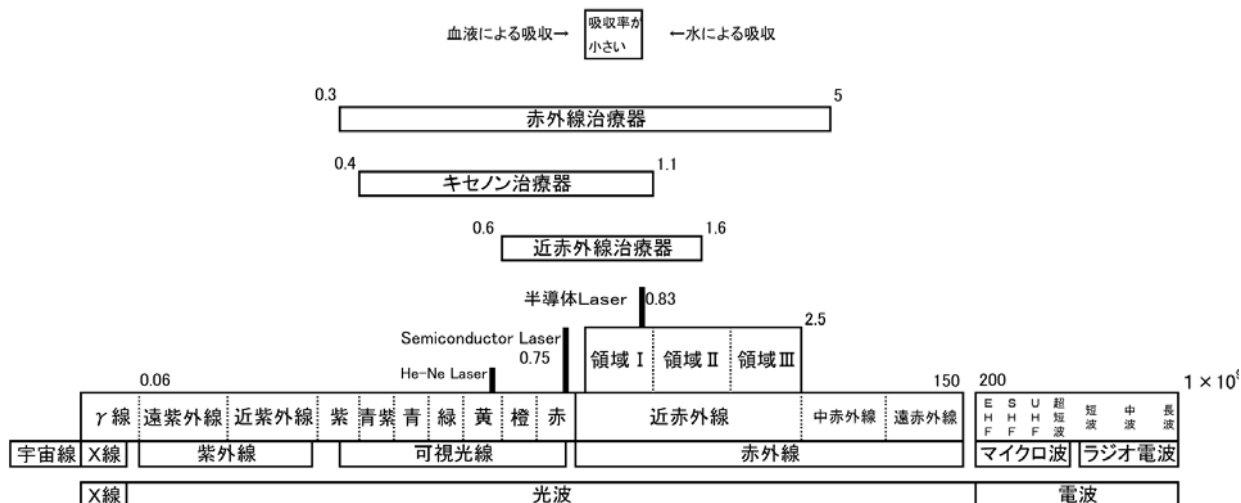


図 1

て、血液と身体各部組織の新陳代謝を強化し、その結果、体液中の有害物質の排出、組織の再生能力の向上、成長の促進につながってゆくことが解明されている [14]。また、知覚神経の過剰な興奮の抑制、自律神経機能の調整、筋運動能力の増大などの効果についても検証が進んでいる。一方で従来の赤外線を放射する赤外線治療器では波長のピークが1500nmと大きいため生体深達度が低く、光線は皮膚表面で吸収されるので、照射部表面だけがチリチリと熱くなり、(深部に到達する前に熱く感じてしまい) 深部にまで到達し難いのが欠点である。

レーザー光とは特定の単一波長を持つ励起光のことであり、位相が揃い、指向性が強く、光波が長く続くのが特徴である。レーザー治療器は、この波長の揃ったレーザー光を増幅し、皮膚に一定角度の点の照射を行なう。一般的にレーザー光としては、630～950nm前後の波長が生体深達性の高いことが知られている。その前後のバンドでは体液中の血液成分や水分に吸収され減弱する(図1)。半導体レーザーは800～900nm前後の波長を放射するが、その波長は単一波長で、しかも、体内へ透過しやすいこの幅のスペクトル光を増幅させるには、現行のレーザー治療器では出力に限界がある。Ga-Al-As半導体を光源とする半導体レーザー治療器

(メディレーザーソフト1000)の1000mWが最高出力である。また、オサダダイオトロン(オサダメデイカル)は半導体レーザーの複合波長(660と810nmの2波長)を持ち、やはり最高出力1000mWとこのタイプでは高出力で発射できる。半導体レーザーは光線の波長が単一であり、直線偏光近赤外線治療器では方向性を均一にし指向性を良くしているが、皮膚の中に入ればそれらの光は約40°の角度で拡散する。それゆえ生体深部にポイント集光することは難しく、神経節への照射では光量の減弱を防止できない面もある。しかし、経穴への照射では皮膚表面かその近傍に経穴が存在するので数mWの低出力でも充分効果が期待できる [8]。

直線偏光近赤外線治療器スーパーライザーはアイオダインランプを光源として、光の中で最も生体深達性が高い近赤外線600～1600nmの幅広い波長を放射し、生体内5cmの深部まで到達することができる。高出力ランダム光の誘導をファイバーで可能にし、直線偏光子(フィルター)を用いてランダム光の振動方向を一定にしている。皮膚には最大で2200mWの高出力照射となる [1]。

キセノン治療器EXCEL-Xeは400～1100nm(ピークは820～990nm)の波長を持ち、拡散を見越した面での照射が可能で、生体内7cmの深

部まで到達することができる。治療器から放射されるキセノン光は、半導体レーザーや直線偏光近赤外線のような連続光ではなく、 $5 \mu\text{sec}$ のパルス光であり、1発光18Jの高出力が可能である。これは連続光と同じ1秒間の出力に換算すると3600Wに値する超高出力である。光線照射による鎮痛効果には明確な出力依存性が認められており、EXCEL-Xe治療器の出力は他の光線治療器のそれに比べて特段に高く有利である [15]。スーパーライザー・アルファビームとEXCEL-Xeは他の光線治療器と比較して、高密度・高出力であるだけでなく、単一ではない幅の広い波長を持っていることが最大の特徴でもある。(図1)

近赤外線 (LPL) の作用には、血管拡張、血流改善、血管新生の促進、(殺菌) 静菌、免疫賦活、温熱、鎮痛消炎、炎症の軽減、組織修復促進、神経ブロック、細胞増殖、細胞遊走活性亢進、骨折の治癒促進、筋スパズムの軽減、軟部組織の柔軟化、光エネルギー刺激などがある。近赤外線療法は、赤外線療法の温熱作用と、低出力レーザーの光線作用の両方を併せ持ち、高い治療効果を発揮する。また、その両方の相乗効果と、近赤外線の特徴である生体内の深部にまで到達する作用とにより、疼痛の緩和と組織修復の促進を同時に期待できる。レーザーや光線治療器の作用にはいまだ不明な点も多々あるが、基礎的な研究では、タンパク合成の促進、酵素活性の上昇、血管新生の促進、血管拡張、細胞群 (角化細胞、繊維芽細胞、血管内皮細胞) の増殖の促進、細胞遊走の活性上昇、タンパク分解酵素の発現の促進、サイトカイン (TGF- β) の増量、肝細胞増殖因子 (HGF) とその活性因子の発現の促進などが証明されている [9, 16]。

レーザー光の作用は生体のホメオスタシス (恒常性) に関与すると考えられている。つまり、体に異常が起こるとそれを元に戻すために、生体の状態に応じてその機能を亢進する、ある

いは抑制的に働くと考えられている。たとえば、疼痛を神経系の異常興奮という機能亢進の状態とすると、レーザー光は神経の興奮を抑制して正常近くに戻すことで疼痛緩和、疼痛抑制すると考えられている。鎮痛効果を取り上げてみると、神経ブロックとして実施する場合、1回の照射で局所麻酔薬の約半分の効果があると言われており、症例によっては同等以上の効果がある。また (出力・回数依存性があるため) 2回、3回と照射することによって痛みはさらに緩和される。例えば、花岡によると、スーパーライザーには神経ブロックに比べ緩やかではあるが、十分なステレイトガングリオンブロック効果があり、1%のカルボカインと比較するとその鎮痛作用はやや弱いものの、0.5%の場合と同等の効果が認められ、星状神経節近傍照射を行えば、ブロックの60~70%の効果をj得ることができるとされている [5]。このように近赤外線に含まれる光線は痛みを取り除く作用が強く、痛みの悪循環をたちきる作用があるとされている [20]。光線療法の鎮痛効果は、抗炎症作用、血流改善作用、創傷治癒の促進、光刺激と下行性抑制系の賦活、刺激伝導の抑制、その他 (筋緊張の緩和、膜安定化作用、神経の異常興奮の抑制、発痛物質の代謝促進など) により発揮されると考えられている。それぞれの作用機序は細かく説明されている。たとえば、疼痛伝達神経線維 (A δ =デルタ, C繊維) における神経膜興奮の抑制作用は、脱分極遮断を起こすことにより除痛され、血管拡張作用は、血管平滑筋細胞膜の電位依存性カルシウムチャンネルが関与していると推測されている [9]。また、創傷治癒促進作用については、繊維芽細胞に光線が直接作用し、プロコラーゲン産生を増強し、上皮化を促進する事が分かっている。抗炎症作用についても、炎症や疼痛の促進因子であるPGE2やIL-1 β 、さらにプラスミノゲン活性化因子産生を抑制することが知られ、ランゲルハンス細胞を介する免疫反応の抑制効果も明

らかにされている。さらに、痛みや創傷に対する局所的な治療の効果だけでなく、その前提になっている温熱作用が、種々のストレスで高まった自律神経興奮を抑制することによって精神、神経機能を安定させ、また新陳代謝の賦活によって体内有害物質を排除させる効果についても注目されている [6]。筆者らの症例では、亜急性?慢性に移行した症例において、より効果的に治癒促進作用が亢進することが認められている。

スーパーライザー

我々は約10年ほど前から近赤外線照射器として 商品名スーパーライザー SUPER-LIZER (以下S-L) を使用している。S-Lは光線治療器で、直線偏光近赤外線を照射する器械である。S-Lは非常に太陽光に近い光源 (アイオダイナランプ) から発射された光線に偏光フィルターをかけ、近赤外線だけを取り出し、それをファイバーで導光して照射したい部位にスポット状にあてることができる。すなわち、より深部に光線が到達しやすいように工夫されている。そして、種々のレンズプローブを交換することにより各疾患・各部位に対応することができる。S-Lは非侵襲的な保存療法・理学療法として、外科、整形外科、歯科、皮膚科、耳鼻咽喉科、麻酔科のペインコントロール、針灸療法等あらゆる診療科分野に応用可能な理学療法の器械である。その特徴は、比較的安全で簡単に使用できること、治療に痛みや苦痛を伴わないこと、(非接触での使用が可能で) 感染の危険がないこと、そして、使用中は心地良い刺激があり使用後温感が持続することなどである。筆者らが創傷に対する治療効果を確認するために行った試験的な使い方を紹介する。犬および猫に直径2 cmの円形皮膚欠損創を6~4対作り、照射区に2週間S-Lを照射し、対照区と長径および短径を計測比較した。照射区は対照区に比べ肉芽の形成および腫張等の炎症性変化が少なく、

4日目以降対照区に比べて有意に縮小した。この使用例では、過剰な炎症を抑制しながら治癒を促進する効果が証明された。対照区では次の日、一旦傷が広がるのに対してS-L照射区では傷が有意に小さくなり、治癒までに要する日数の短縮が認められた [21]。また、宮本らは、ラットの背部皮膚に2×8 cmの皮弁を作成し、術後7日間S-Lを照射し、生着面積比を非照射群と比較した試験によって、非照射群に比してS-L照射群の皮弁生着域は有意に拡大し、創傷治癒に効果があることを証明している [7, 12, 13, 19]。馬、犬、およびラットの実験では、骨折を含む骨疾患の治癒促進に有効であることも証明され、直線偏光近赤外線の作用が深部に到達することの証明にもなっている [10, 11]。治療例として、筋肉痛を呈した競走馬の筋肉と経穴に、Aプローブを用いて5秒ON 1秒OFF出力100%で5分間、移動しながら照射したところ、疼痛緩和と歩様の良化が認められた。体に触れられることを極端に嫌う馬に対しては、プローブを非接触で使用することで対応した。また、深管部の疼痛を呈した競走馬と乗馬にS-Lの照射をBプローブを用い3秒ON 1秒OFFで3分間照射したところ、同様に疼痛の軽減と歩様の良化が認められた。さらに、種々の細菌感染が認められる難治性の皮膚疾患(繫クン=あくと等)の治療にS-Lの照射を補助的に行ったところ、分泌物の減少、発赤、腫脹、疼痛等の炎症症状の軽減が認められ、治療期間が短縮された。加えて、筆者らはこの他にも種々の症例にS-Lを使用して効果をあげている。適応疾患は拡大しつつある [22]。応用可能な症例として、腰麻痺、運動麻痺、神経ブロック、口角炎、創傷、打撲、皮膚炎、皮膚潰瘍、骨膜炎、骨折、捻挫、関節炎、腱炎、腱鞘炎、筋炎、神経痛、鼻炎、喉頭炎、喉嚢炎、気管支炎、肺炎、手術後の治癒促進や疼痛緩和等がある [2, 3, 17]。すなわち、一般的に、いわゆるXX痛△△麻痺や○○炎と呼ばれる症例に有効であ

る [18]. 近赤外線治療器は安全性が高く使用方法が簡単な器械であるが、高出力であるため、誤った使用法により危険を伴うことがあり、患馬はもちろん、患馬の管理者、獣医師にも影響が及ぶことが考えられる。使用上の注意点としては、太陽光を直接見ないことと同様に、治療用光線を直接見ない、照射部位を見つづけない、つまり、なるべく光線を目に入れないということである。また、近赤外線が電磁波の一種で熱線でもあることから、高出力で同部位に継続照射をすると、熱く感じ、火傷・熱傷を作ることもあり得る [4]。使用禁忌としては急性反応を呈している傷、熱性疾患、腫瘍、性腺部、妊娠中の腹部、心臓疾患を有する患畜、新生仔、乳仔、高齢馬（疾患などで体力の弱っている場合）、出血性の疾患などがある。すなわち、一般的に温泉の注意事項にあたるような事例（腫瘍・急性・熱性疾患）が使用禁忌になっている [7]。

【引用文献】

- [1] 有田英子：MEDICAL QOL, 24, 40-43 (1996)
- [2] 出村慎一, 出次俊介, 小林秀紹ら：体力科学, 49, 459-468 (2000)
- [3] 出村慎一, 出次俊介, 小林秀紹ら：デサントスポーツ科学, 17-26 (2002)
- [4] 藤田久栄, 奥津芳人：星状神経節近傍直線偏光近赤外線照射で照射部に低温熱傷を来した1症例, 第35回日本ペインクリニック学会大会抄録 (2001)
- [5] 花岡一雄：麻酔科とレーザー治療, 第5回日本レーザースポーツ医学会学術大会抄録 (2001)
- [6] 細川豊史：痛みと臨床, 2(2), 55-60 (2002)
- [7] Fargas-Babjak A: Clin J Pain, 17, S105-S113 (2001)
- [8] 飯島一彦, 下山直人, 下山恵美ら：ペインクリニック, 14, 29-34 (1993)
- [9] 飯島一彦, 下山直人, 下山恵美ら：ペインクリニック, 15, 827-832 (1994)
- [10] 工藤忠明, 安藤かおる, 桃井康行ら：馬の実験的第三中手骨骨欠損部への偏光近赤外線照射による骨治療促進効果, 第1回日本ウマ科学会学術集会抄録 (1999)
- [11] 工藤忠明, 小坂智郎, 安藤かおるら：He-Neレーザーと偏光近赤外線による犬と馬の骨組織修復促進効果, 日本レーザー治療学会抄録 (2002)
- [12] 宮本健太郎, 塚越卓, 保坂善昭：直線偏光近赤外線のラット皮弁生着に対する効果<第一報>, 第10回日本形成外科学会基礎学術集会抄録集, (2001)
- [13] 宮本健太郎, 塚越卓, 保坂善昭：直線偏光近赤外線のラット皮弁生着に対する効果<第2報>~病理組織学的検討を加えて, 第10回日本形成外科学会基礎学術集会抄録集, (2001)
- [14] 根岸直樹, 菊池 真：セラミックス, 23, 335-339 (1988)
- [15] 日本医広(株)技術資料：なぜ光が効くのか
- [16] 佐藤のりこ：ペインクリニック, 18, 909-915 (1997)
- [17] 東京医研(株)技術資料：スーパーレーザーはどの疾患に有効か
- [18] 東京医研(株)技術資料：近赤外線治療
- [19] 塚越卓, 宮本健太郎：直射偏光近赤外線による, 皮弁生着域拡大効果に対する基礎的研究, 第9回日本形成外科学会抄録 (2000)
- [20] 渡部一郎, 眞野行生：直線偏光近赤外線照射の経穴・非経穴に対する効果, 第38回日本リハビリテーション医学会学術集会抄録 (2001)
- [21] 柳谷由美子, 山手寛嗣, 小川和重ら：直線偏光近赤外線照射によるイヌおよびネ

コの創傷治癒促進効果, 平成6年度日本
小動物獣医学会 (東北) 抄録 (1994)

[22] 山手寛嗣, 富澤伸行: InfoVets 10, 39-
42 (2003)

[23] 全国公営競馬獣医師協会: 疾病動向調査
1990年~1999年 (2000)

文献抄録

多形膠芽腫: 5例の犬における臨床所見, 磁気
共鳴画像および病理学的検索

Lipsitz D, Kortz GD, Dickinson PJ, Bollen A
W, Naydan DK, LeCouteur RA.

(カルフォルニア大学デービス校およびサンフ
ランシスコ校) *Vet Pathol* 40 659-669 (2003)

世界保健機構 (WHO) 分類によるグレード
IV星状細胞腫である多形膠芽腫 (GBM) は,
ヒトでは最も多い脳原発性腫瘍であるが, 犬で
はGBMは比較的まれであり, すべての神経膠
細胞腫のわずか5%にしかない. この研究
では, GBMを伴った5例の犬における臨床,
神経画像, 神経病理学的所見を総合的に紹介し
ている. 5例の犬は, 5歳から12歳で, 進行性
神経学的欠損を示し, 引き続いて行われた神経
学的検査や磁気共鳴画像法 (MRI) による神経
画像的研究により脳に限局性病変があることを
示していた. 腫瘍のMRIの特徴は, 一貫した腫
瘍周辺性水腫 (n=5), 明瞭な境界 (n=4),

リング状造影 (n=3), T2強調像における異
起源性信号 (n=3), T1強調像における等~
低信号 (n=5), 壊死 (n=5), および嚢胞
形成 (n=2) であった. 2例の腫瘍は, コン
ピュータ連動断層撮影 (CT) ガイド定位生検
法により臨床的に診断された. 剖検では, 全て
の腫瘍は, 横断面で著明な正中変位を起こして
おり, 腫瘍内壊死と出血により斑状外観を呈し
ていた. 組織学的には, ヒトグレードIII星状膠
細胞腫から類症鑑別されるヒトGBMの特徴で
ある神経膠細胞の偽観兵配列と微少血管の増殖
を伴った蛇行性の壊死を呈していた. グリア細
織維酸性タンパク質 (GFAP) に対する腫瘍細
胞の免疫反応性は全ての症例で強く陽性を示し
たのに対し, 上皮増殖因子および血管内皮増殖
因子は腫瘍のそれぞれ60%および40%に発現し
ていた. これらの犬のGBMはヒトのGBMのそ
れらと同様の多くの診断学的神経画像, 肉眼的,
顕微鏡学的, 免疫反応性特徴を共有していた.

(岩手大学獣医病理学研究室)