

高気圧酸素治療

糖尿病性足病変に対する取り組み強化を

難治性の骨髄炎や血流障害を伴う皮膚潰瘍などに対し、高気圧酸素治療(hyperbaric oxygen therapy ; HBO)が、著明な創傷治癒促進効果を発揮するとして注目されている。第83回日本整形外科学会のシンポジウム「整形外科領域における高気圧酸素治療」[座長＝ロングビーチメモリアル医療センター(米カリフォルニア州ロングビーチ)高気圧治療部・Michael B. Strauss部長, 川島整形外科病院(大分県)・川島真人理事長]では、整形外科領域でHBOは応用範囲が広く、特に糖尿病性足病変の下肢切断を防ぐ有効な手段となりうる事が示された。ここでは、糖尿病性足病変、化膿性骨髄炎、軟部組織外傷に対するHBOに関する報告を紹介する。

～糖尿病性足病変～

90%治癒が期待できる

座長のStrauss部長は、HBOは、糖尿病性足病変の3大主徴の1つである虚血/低酸素の改善にきわめて有用と強調。「糖尿病性足病変に対する補助療法としてHBOを積極的に用いることで、症例の90%で治癒が期待できる」と述べた。

虚血/低酸素は3大主徴の1つ

Strauss部長によると、糖尿病性足病変は、①骨変形②未解決の感染③虚血/低酸素の3大主徴に集約される。末梢神経障害が原因で、足部の筋緊張バランスが障害され、拘縮、骨変形が起こる。血行障害に陥り、胼胝、感染性の癬痕組織、骨液による嚢形成が見られ、潰瘍化、骨髄炎など難治性感染へと進行する。

骨変形、未解決の感染に対しては、外科的治療と抗菌薬投与による管理が重要になる。虚血/低酸素に対して、浮腫や心機能の改善、各種薬物療法のほか、血行再建術による救済が試みられているが、3分の1は手術不能か無効とされている。一方、HBOは術後や抗菌薬投与後に改善しない低酸素性糖尿病性足病変の治癒促進に、あるいは低酸素単独で創傷治癒を妨げている場合の補助療法として有用である。

HBOは、2気圧(水深圧約10mに相当)に加圧した高気圧治療装置内

で純酸素を吸入することで、組織の酸素分圧を10倍に増加させ、血中酸素量は1.25倍、酸素拡散距離は3倍になる。糖尿病性足病変に対しHBOを使用すれば、空気圧にかかわらず治癒が得られる。経皮酸素分圧モニターを用いて約70例を解析したところ、HBO治療下の経皮酸素分圧が200mmHgを超える患者は88%が初回治療で治癒、50～200mmHgでは50%が治癒、50%が初回手術に奏効しないが、HBOを続けることで、悪化、不応、血管新生、上皮形成の4段階を経て最終的に90%が治癒する。50mmHg未満ではほとんどが治癒しないことが判明した。

糖尿病性足病変に対するHBOの有効性を検討した12文献、1,032例の結果をまとめると、HBO使用群、非使用群のそれぞれ85%、48%が治癒、18%、46%が下肢切断に至っており、HBOの著明な効果が示された。また、ランダム化比較試験(RCT)をはじめエビデンスレベルの高い研究ほどHBOの成績がよいという。

糖尿病性足病変の管理は、上述したように、手術、抗菌薬投与、HBOなど3大主徴に対する治療を進めていくことで、90%以上は問題解決が可能だ。残り未解決の10%には、皮膚移植や組織成長因子療法など別の治療法を選択するという。

～化膿性骨髄炎～

従来治療を上回る著明な効果

川島整形外科病院の川島眞之副院長らは、化膿性骨髄炎に対するHBO療法の効果を検討。「HBO療法は化膿性骨髄炎患者の95%に有効で、従来治療を上回る良好な成績が得られている」と述べた。

MRSAの検出頻度が増加

同院では、化膿性骨髄炎全例に対し、まず抗菌薬投与とHBO(2圧・1回/日×30回)を併用し、HBOに対する反応性をスクリーニングする。有効な場合は、1週間休止後さらに30回のHBOを施行。一方、瘻孔や腐骨が見られるなど効果が不十分な場合は、病巣の搔爬・局所持続洗浄療法を施行し、術後30回のHBOを施

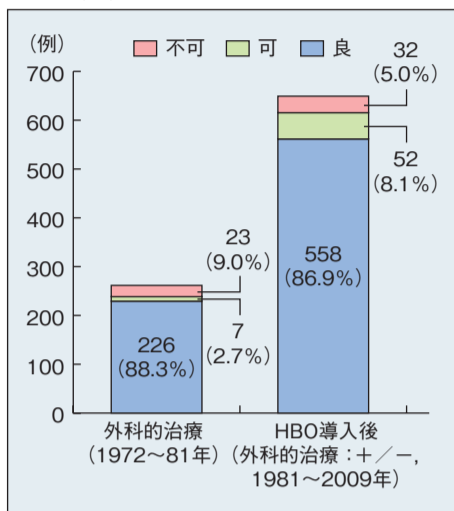
行する。

川島副院長らは、1981～2009年に、化膿性骨髄炎に対しHBOを施行した642例(平均年齢55.2歳、男性66.2%)の成績を検討。原因別では、術後感染を含む外傷性骨髄炎が60%、血行性骨髄炎が40%。罹患部位は脛骨が最多の33%で、次いで大腿骨が24%、足が10%。検出菌は、全体では黄色ブドウ球菌が18.6%と最も多く、次いでメチシリン耐性黄色ブドウ球菌(MRSA)が12%、緑膿菌が10%となっていた。一方、2003年以降の7年間では、MRSAが17%と最も多く、著明に増加していることが判明した。

化膿性骨髄炎に対し、外科的治療

を中心に行った1972～81年では再発が9%(256例中23例)に認められた(川島理事長らによる九州労災病院での成績)。これに対し、HBO療法導入後は再発が4.5%(642例中29例)

〈図〉HBO導入前後の治療成績



(川島整形外科病院提供)

～軟部組織外傷～

浮腫・疼痛軽減, 治癒促進に効果

東京医科歯科大学病院高気圧治療部の柳下和慶部長らは、軟部組織外傷に対するHBOの有効性について発表。「HBOは、軟部組織外傷の急性期において浮腫、疼痛を軽減し、組織修復・再成形期の治癒を促進する」と述べた。またHBOは、スポーツ関連の軟部組織外傷にも有効な可能性があるという。

RCTで治癒促進効果が確認

柳下部長によると、圧挫症候群、コンパートメント症候群は、虚血、低酸素、浮腫、末梢循環不全、二次性虚血、感染、再灌流障害、およびこれらの悪循環により特徴付けられる。軟部組織外傷に対し、HBOは虚血組織を酸素化し、浮腫や組織壊死を減少させ、線維芽細胞の分化・増殖を促進すること、また膠原線維増加、血管新生促進、代謝改善に寄与することなどが報告されている。

圧挫症候群やコンパートメント症候群を対象としたRCTでは、HBOが治癒率を有意に高めることが確認されている。国際高気圧酸素学会は、圧挫症候群に対し計12回のHBO(1日3回×2, 1日2回×2, 1日1回×2)を、コンパートメント症候群に対し計4回のHBOを(1日2回×2)をそれぞれ推奨している。

スポーツに関連する軟部組織外傷に対するHBOの有効性について二重盲検RCTの結果では、急性足関節捻挫に対し、HBOは関節機能スコアを有意に改善したが、足関節体積、疼痛、関節可動域はプラセボと差がなかった。ラット内側側副靭帯(MCL)損傷モデルを用いた研究では、HBOの効果として、瘢痕形成の促進、I型プロコラーゲンmRNA発現増強、受傷早期に靭帯破断強度の

に減少し、約6割が保存的治療のみで軽快または治癒した。良86.9%(炎症所見なし, X線上腐骨なし, 血沈値正常化)と可8.1%(軽微な炎症持続)を合わせた有効率は95%に達した(図)。

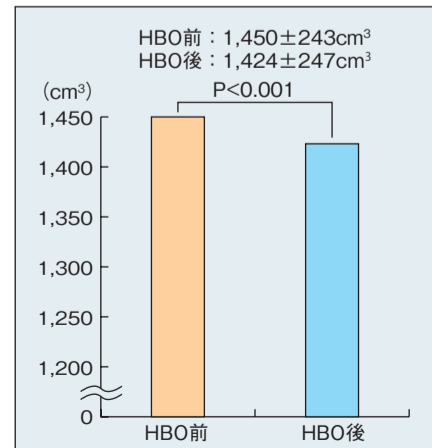
HBOの骨髄炎に対する作用機序については、酸素分圧上昇による直接的な抗菌作用、白血球の殺菌作用亢進、抗菌薬の効果増強、膠原線維の増生による創治癒促進、骨形成能の促進などさまざまな効果が報告されている。川島副院長は「骨髄炎は病巣に大きな腐骨がある場合、血行が障害されて薬剤が到達できないため、外科的に排除する必要がある。そのような症例にもHBOは併用可能な有効な治療法であり、術前・術後に積極的に用いることで良好な成績が期待できる」と述べた。

増強などが確認されている。

同部長らは、靭帯損傷、筋損傷などスポーツ関連の軟部組織障害に対するHBOの効果を検討している。受傷1週間以内の足関節捻挫30例(平均年齢24.9歳)を対象に、計78回のHBO(2.8気圧, 60分)を実施。15例(32回)について、治療前後に足関節体積を計測した結果、1回の治療により有意な体積減少(平均26cm³)が見られた(図)。Visual analogue scale(VAS)による安静時疼痛、運動時疼痛および自覚的腫脹についても、それぞれ治療後には有意に軽減された。

こうした浮腫軽減効果が、早期の競技復帰に寄与する可能性も示されている。ラグビートップリーグ選手のMCL 2度損傷31例を、受傷後早期のHBO施行の有無により2群に分けて比較したところ、HBOにより競技復帰までの期間が27%短縮された(HBO施行群: 31.3±10.7日, HBO非施行群: 42.6±15.5日, P<0.05)。現在、HBOによる浮腫軽減を定量的に評価するため、エコー法やインピーダンス法を用いた評価法を検討中だ。

〈図〉HBO施行前後の浮腫評価(足関節体積測定。足関節体積は水深16.5cmで測定)



[柳下和慶ほか, 日本整形外科学会誌 2008; 27(4): 351-355]