

競走馬の輸送に伴う生体反応

誌名	産業動物臨床医学雑誌 = Japanese journal of large animal clinics
ISSN	1884684X
著者名	及川,正明 前田,洋佑
発行元	日本家畜臨床学会
巻/号	2巻4号
掲載ページ	p. 205-210
発行年月	2011年12月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



競走馬の輸送に伴う生体反応

及川正明 前田洋佑

北里大学獣医学部付属動物病院大動物診療センター（〒034-8628 青森県十和田市東23番町35-1）

Physiological responses induced by transport in thoroughbred racehorses

M. Oikawa, Y. Maeda

競走馬がレースに出走するためには、輸送距離の長短にかかわらず、また陸路および空路輸送のいずれの手段を用いるにせよ、まず目的地まで馬を輸送しなければならない。馬にとってこの輸送は個々の馬により程度の違いはあるが、大なり小なりかなりのストレスを与えることになるのは間違いない [1, 2]。ここでは輸送が馬に及ぼす影響に関する内外の研究成績を基に馬が輸送に対してどのような反応を示すのかについて説明したい。なお、本稿は日本中央競馬会・競走馬総合研究所より発行された“スポーツ医学”に著者が記載した“馬輸送”の稿を修正・加筆したものであることを付言する。

1. 輸送ストレスと免疫

輸送は一般的に馬にストレスを与えられ

るが、個々の馬が示す反応は実に多彩である。ある馬は輸送に良く適応する一方、他の馬は輸送にうまく適応できないで輸送熱などの疾病を発症しやすい。現時点では、輸送によるストレスが馬の免疫機能、とくにT-リンパ球の機能を低下させるという報告が僅かにみられるだけで、その輸送と免疫に関するその実態には不明な点が多い [3-5]。ただその数少ない報告の中に、図1に示すように12時間の輸送直後における気管洗浄液中の細菌数は増加したという報告がある [5]。その原因として肺胞マクロファージの貪食能を調べたが機能低下はみられなかった [5]。一方、好中球の付着能と貪食能は輸送後低下していた（図2） [5]。また好中球とリンパ球の活性酸素産生能は輸送後増加する傾向を示した（図3） [5]。以上、輸送ストレスと免疫反応に関してはいまだ

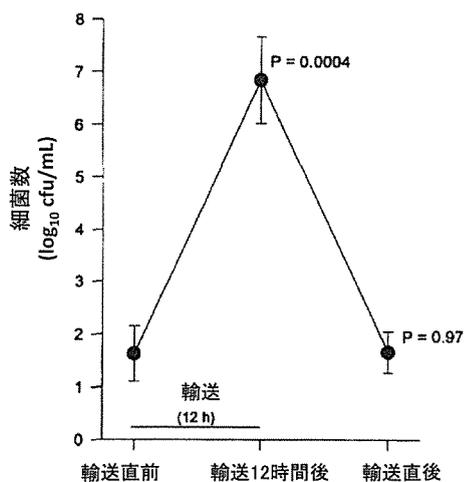


図1. 12時間の自動車輸送が気管洗浄液中の細菌数に及ぼす影響 (Raidal et al. Aust Vet J 75. 433-438 より引用)

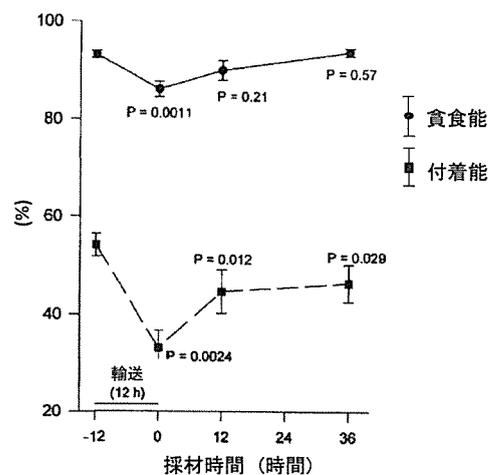


図2. 12時間の自動車輸送が好中球の細菌貪食能に及ぼす影響 (Raidal et al. Aust Vet J 75. 433-438 より引用)

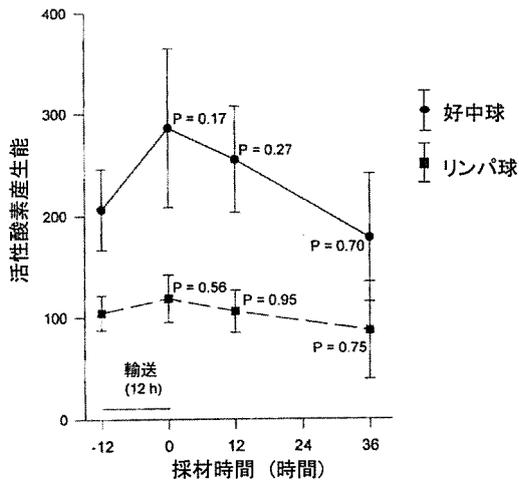


図3. 12時間の自動車輸送が好中球とリンパ球の活性酸素産生能に及ぼす影響 (Raidal et al. Aust Vet J 75. 433-438 より引用)

断片的な知見に止まっている。

2. 呼吸器に及ぼす輸送中の環境の影響

古くより輸送中あるいは輸送後、馬がしばしば病気に罹患することが多いことは知られてきた。最も一般的な疾病としては呼吸器感染症で、この病態を所謂“輸送熱”あるいは“輸送に関連した呼吸器病”と呼んできた [4, 6-11]。輸送熱に罹患した馬は元気を失い、発熱し、食欲が減退する。呼吸速迫、鼻漏、発咳もみられる。これらの臨床症状は通常は輸送中あるいは輸送終了後3日間までの間にみられることが多い [4, 6, 7]。しかし矛盾するようであるがLeadonは飛行機輸送後、輸送熱を発症した馬の中で30~40%の馬は輸送終了後2~3日迄は発熱を示さず、むしろそれ以降の時期になってから発熱を示した馬がいたことを指摘している [7, 8]。ちなみに牛では輸送に伴い25%の牛が輸送熱に罹患し、3~5%の牛が斃死するといわれる。

自動車により25~28時間輸送された競走馬の中、11.9%が輸送熱を発症した。そして、この発症率は輸送時間が増すにつれて高くなった [9]。英国からオーストラリアに飛行機で輸送された112頭の馬の中、7頭 (6.3%) が到着後2日以内に輸送熱を発症した [6, 7]。飛行機輸送の間、輸送熱を発症する罹患馬の割合は飛行時間が増すにつれて高くなる傾向にあった [6, 7]。これは藁を敷いた床の密封したコンテナ内に馬を収容し、輸送するからであろうと思われる。自動車輸送あるいは飛行機輸送のいずれにおいても、輸送熱発症馬の中で重篤な肺炎や胸膜炎へと病勢が進行する馬が時折みられる。

さて、なぜ輸送には呼吸器病が随伴して発症するのだろうか? この疑問に対する答えは今後の研究によって明らかにされてゆかねばならないが、輸送中の環境およ

びその侵襲に対する呼吸器の反応性について幾つかの仮説が提示されている。空気中の浮遊塵埃量は輸送車輛内においても、飛行機内においても増加する [6-8]。飛行機内の空気中の浮遊細菌数は飛行時間が長くなればなる程増加する。空気中の細菌数は駐機中、とくに補助換気装置が作動していない場合には、かなり増加する。この他、呼吸器内に吸引される大気中の粒子としては真菌の芽胞を含むかもしれない乾草や寝藁由来の塵埃である。そして最近注目されているものに寝藁や乾草中に含まれているエンドトキシン (菌体内毒素) の吸入による呼吸器傷害があげられる [12]。さて、馬運車内の塵埃濃度は人の許容限度のそれよりも高い [13]。さらに車内の塵埃濃度よりもむしろ馬が呼吸をする高さ (位置) での浮遊塵埃量が特に重要視されている。なぜなら馬の鼻前に乾草を詰め込んだ網袋を吊り下げ、しかも寝藁を厚く敷いた床の状態で馬を輸送すると、馬が吸引する塵埃量 (エンドトキシンも?) は著しく増すからである [13]。

健康な馬は吸引した塵埃粒子を気道粘膜から分泌される粘液によって排除する。この粘液により気道からの塵埃粒子の排除作用は、馬の頭部を下垂させることによって一層促進される。また気道粘膜細胞が吸引した塵埃粒子を発咳や去痰作用により気道深部から鼻や口腔に向けて排泄が行なわれる。一方、従来より輸送を安全なものとするため、馬の頭部を高く保持した輸送が行われてきた。しかし、この状態で頭部保定を続けると、6~12時間以内に気管内の粘液中の細菌数は増加することが判明してきた [5, 14]。一方、馬の頭部を低く保持したところ、12時間以内に気管内の細菌は減少した。ただし、6時間馬の頭部を高く保持し、その後30分のみ頭部を下垂させる操作を繰り返したところ、気管内の細菌数の増加を防ぐことができなかった。以上のことから、馬の頭部を挙上させたまま輸送させることは、輸送熱発症を招来し易くする危険因子であることが強く示唆された [5, 14]。

十分な換気を行わないと、馬を多頭数詰め込めば詰め込んだだけ、輸送車輛内の気温と湿度は増加する。飛行機内の気温と湿度は飛行時間と機内の馬の位置によって変化する。Leadon [6, 7] によれば、飛行機内の気温は飛行中20.7±3.4℃から17.9±2.7℃に低下した。湿度も飛行中は71±9.1%から37.8±0.6%へと低下した。この気温と湿度の低下は、飛行機内では後部より前部により顕著にみられた。すなわち機内の後部はより暖かく、湿度が高かった。同様な研究は自動車輸送では行われていない。しかしながら、停車中の輸送車輛における気温の上昇は暑い季節に馬を自動車輸送する場合の一般的な悩みとなっている。馬の暑熱に対する体温調節は呼吸数の増加と発汗で営まれる [15]。その一方で、呼吸数の増加

は浮遊塵埃や細菌を肺に運ぶ機会を増すと考えられる。脱水は長距離輸送の場合、水分摂取量の低下および発汗による体液の喪失の結果生じる。とくに暑熱下での輸送の場合はその程度が一層強い。このような発汗による体液の喪失は寒冷の時期でも、輸送車輦内の換気が不十分であったり、毛布を過度に馬体にかけた場合には生じ得る。体液の喪失は気管粘液成分の組成を変え、粘液の粘稠性を増すので、粘液に混じた塵埃粒子や細菌を気道から除去する機能が低下する (図4)。

長距離自動車輸送に伴う輸送熱の研究から、発症馬から分離される最も一般的な細菌は*Streptococcus equi* subsp. *zooepidemicus*であった [4, 10]。この細菌は鼻咽頭部および喉嚢の常在菌である。それ故、以下の仮説が提示されている。輸送中、正常な粘膜防禦機構が障害された時、上記の細菌が下部気道に浸入し、肺炎を起し、その結果、輸送熱が発症する、という仮説である [4, 5, 11, 14, 16]。加えて、輸送前から既に存在する臨床的には明瞭でない呼吸器病を有する馬は輸送により呼吸器病が臨床的に顕在化し、輸送熱を発症する危険性が大きくなることも指摘されている。

何故、同じ輸送環境の下で輸送されても、ある馬のみが輸送熱を発症し、他の馬は発症しないのであろうか？

ある特定の馬だけが輸送に伴った呼吸器病に対する感受性が高いという現象の理由を科学的に裏付けるデータは見当たらない。輸送熱を発症した馬は頭部を挙上した保定の影響の結果、気道の浄化機能が減退している可能性がある。このような馬の気道内の分泌や頰廃物の集積は輸送によって換気量が増大 (呼吸回数の増加) することに伴う細菌や塵埃の吸引の結果と考えられる。言い換えれば、換気量が輸送中にそれ程増加しなかった馬が輸送熱を発症しなかった可能性も考えられる。

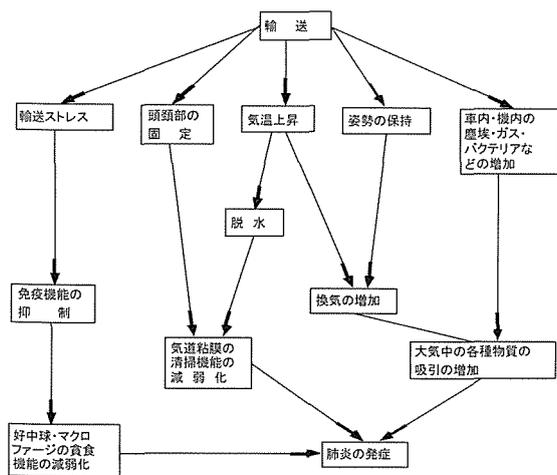


図4. 輸送に伴う呼吸器病の発症要因

(E. Robinsonn. 2000. In: Guidelines for horse transport by road and air. pp 83-92 より引用)

3. 輸送中のエネルギー代謝と体液のバランス

馬は自動車輸送あるいは飛行機輸送の際に、輸送1時間当たりにして約0.45から0.55%の割合で体重が減少する。仮に24時間輸送したとなれば30~40kgの体重減少がみられる [17]。体重の減少は輸送終了後も3~7日間程続く。体重の減少の一部は輸送中の馬のエネルギー消費の結果と考えられる。すなわち、馬は輸送中に生じる輸送車輦の振動や動揺に対して姿勢を保持しなければならず、この姿勢保持には持続的な筋肉活動が要求されるのである。ポニーを用いた自動車輸送の実験では、輸送によるエネルギー消費は常歩のエネルギー消費量にほぼ匹敵することが判明した (図5) [18]。他の同様な実験では安静時の約2倍のエネルギー消費が輸送中にみられるという。長時間の輸送、とくに自動車輸送の場合には馬は次第に疲労度を増してくる。自動車輸送が長時間にわたると、エネルギー消費量も顕著なものとなり、とくに筋肉中のグリコーゲン貯蔵量が減少する。さらに、輸送中は摂取するカロリー量も減少しがちになる。なぜならば、輸送中は腸管運動が低下するため、痙痛を予防する目的で、カロリー量の豊富な穀類を投与することを控えるからである。

輸送車輦内の気温の上昇によってもたらされる発汗や不十分な水分摂取は脱水を惹起する要因となる [19]。体液の喪失は輸送後、十分に飲水すれば急速に (輸送後24時間以内に) 回復できるけれども、完全な回復は輸送終了後、直ちに得られるわけではない。輸送後、十分に飲水をしなかった馬の大腸内容物および小結腸内容物の水分量の減少は耐久競技においてはこれら腸内容物の水分が水分補給源のひとつとなっていることから、競走能力減退を招く要因となる [20]。

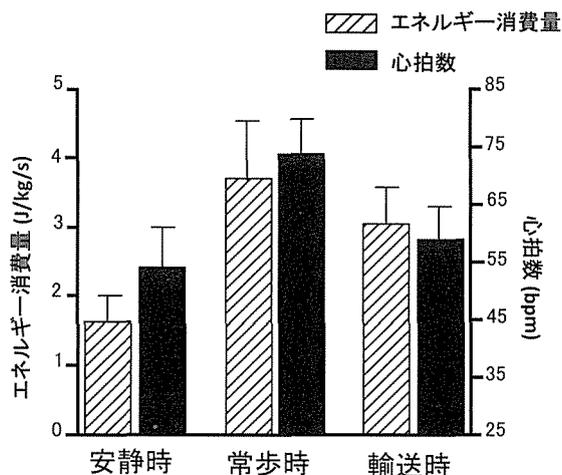


図5. 安静時、常歩時、30分の自動車輸送時における心拍数、エネルギー消費量の比較

(Doherty et al. 1997. Vet Rec. 141, 589-592 より引用)

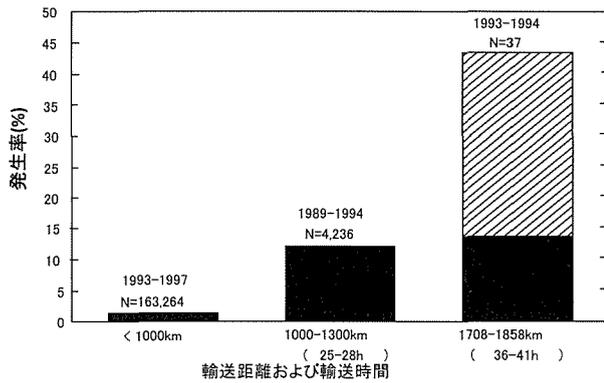


図6. 自動車輸送に伴う発熱馬の発生率

(JRAデータ。Nは輸送馬数、黒い棒グラフは輸送直後に検温した馬、斜線の棒グラフは輸送中5時間毎に検温した馬を示す。発熱は38.6℃以上。)

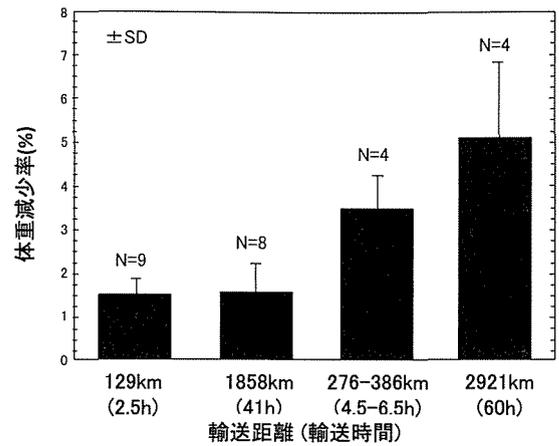


図8. 輸送距離および輸送時間と体重減少率

(JRAデータ。Nは輸送馬数、春・夏・秋の28℃-35℃、湿度61%-91%の環境下での輸送。)

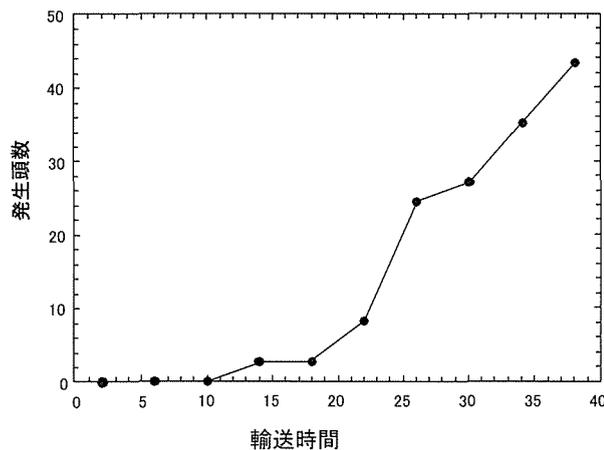


図7. 38時間の自動車輸送における発熱馬の累積発生率 (3歳馬を37頭輸送した際のデータ。発熱は38.6℃以上。)

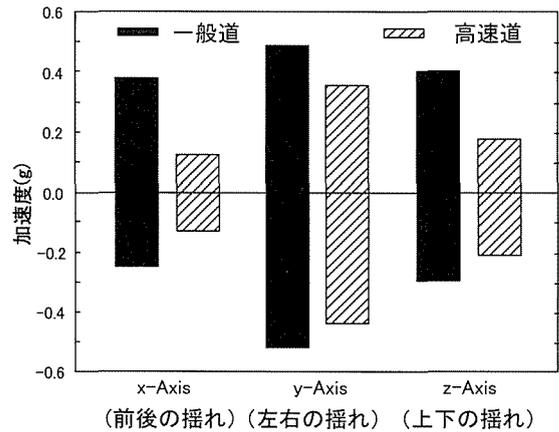


図9. 16時間の自動車輸送における走行中の馬運車内の揺れ

(揺れは3軸方向の最大加速度(g)で示す。)

4. 輸送時間

輸送時間が長くなるにつれ、輸送熱に罹患する危険の度合も増す(図6, 7) [9]。加えて、体重減少も徐々に顕著となってくる。競走馬を用いた実験によると、2.5時間の(129kmの輸送距離)自動車輸送では、体重の減少率は1.1%~1.6%であった。また60時間(2,921kmの輸送距離)の自動車輸送では体重は3.5から5.2%減少した(図8) [9]。

輸送時間が長くなるにつれ、脱水の程度も進行してくるので、長距離自動車輸送の際には休憩時間を多く取り、蓄積して現れてくる輸送の影響を少しでも軽減するため、水分補給を十分に行う。理想的には4時間毎に休憩と給水をとることが望まれる。

5. 輸送車輛のデザインと道路の表面性状

輸送車輛あるいは輸送飛行機における換気状態は極めて重要な事項である。すなわち輸送中の空気環境はでき

るだけ清浄な状態に保つ必要がある。輸送車輛内の空気は高度に汚染しているため不良な換気装置を附設した車輛で輸送すると輸送熱罹患の危険性が増すことになる [21]。輸送車輛および飛行機はいずれも停止している時は換気状態が悪化する [7]。多頭数積載した輸送車輛では換気状態は一層悪化し、馬に余分なストレスを与える可能性がある [7, 13]。飛行機輸送の場合も同様であるが、至適な積載頭数と収容するスペースとの関係を今後考究する必要がある。

振動の多い輸送車輛は馬にとってストレスを多く受ける車輛となる。この点リーフ・スプリング・サスペンションおよび低圧ラジアル・タイヤは輸送中の振動を軽減するといわれ、ストレスの少ない車両となり得る。しかし、不整地な道路を走行したり頻回な加速や減速を行うと結局は馬に大きなストレスを与える事となる(図9) [22]。

6. 輸送車輛における馬の積載位置

馬の各個体によって、輸送中に好む積載方向や位置は異なるけれども、概ね65%の馬は進行方向と逆方向（後ろ向き方向の積載）に積載されることを好むデータがある [13, 23-26]。従って、現在一般的な輸送方法となっている進行方向に対して順方向（前向き方向の積載）で積載する方法は多くの馬にとってストレスを多く受ける輸送方法となっている可能性が高い。

7. 体内の日周リズムの攪乱（所謂時差ボケ）

ジェット機で東西のいずれかの方向に急速に移動した際に起る体の変調は所謂時差ボケとして知られている [27]。その本態は体の持つ周期的リズム、たとえば体温、心拍数、副腎皮質ホルモン濃度、そして睡眠や活動様式の日周リズムが上記の急速な移動によって攪乱されたことに起因する。人では体の日周リズムが移動先の時間に適応するのが、東方向に移動する場合の方が西方向に移動する場合よりも50%遅くなるといわれる（勿論個体差はあるが） [28]。すなわち、東方向に6～8時間のジェット機による移動を行った場合、人では体の日周リズムが適応を終えるのに8日間も要するのに対し、西方向に移動した場合には3日間で適応するといわれる。人の競技選手の場合、東方向に7時間のジェット機による旅行をした後、5日間は競技能力が元の状態まで回復しないとされる [29]。しかしながら、馬の競走能力に及ぼす所謂時差ボケの影響に関する報告は見当たらない。わずかに英国からオーストラリアに馬を輸送した時（東回り）の方が、オーストラリアから英国に輸送した時（西回り）よりも体重の減少の程度が10%程度高かったという報告がみられるのみである [8]。

8. 競走能力に及ぼす輸送の影響

馬の競走能力に及ぼす輸送の影響に関するデータは極めて乏しい。しかしながら数少ないデータを以下で紹介する。8頭のクォーターホースあるいはサラブレッドを8.1km（15分）あるいは194km（2～2.5時間）自動車輸送後、走能力について調べたところ走行スピードは輸送前と輸送後においては全く差がみられなかった。また10頭の輸送経験の豊富なサラブレッド種の競走馬を129km（2.5時間）自動車輸送した後、走行スピードについて検査したところ輸送による影響は認められなかった（図10） [JRA, 未発表データ]。

以上の成績は3時間以内の自動車輸送であれば走能力にはほとんど影響がみられないことを示している。長距離輸送が競走馬の走能力あるいは競技能力にどのような影響を及ぼすかについてのデータはないが、前述のヒトの競技選手でみられたように [30]、馬にとっても長距

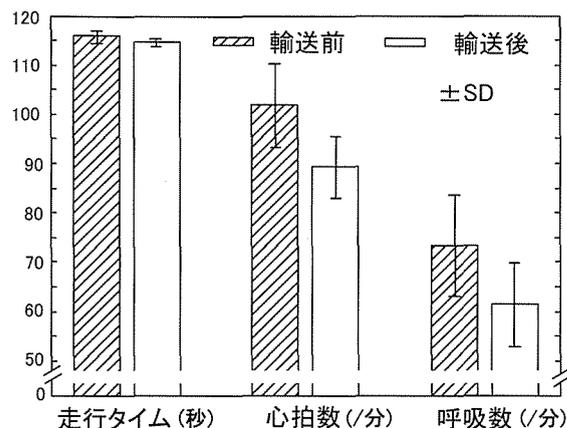


図10. 輸送前後における走能力の比較

(輸送前の1,400mの全力走と、その1週間後129km、2.5時間の自動車輸送直後における1,400mの全力走の際の走行タイム、走行終了後5分後の心拍数、走行終了直後の呼吸数、5頭の平均値で示す。)

離輸送は競走能力に影響を与える可能性があるため、輸送後は十分な回復のための期間を設ける必要がある。Leadon (1994) は輸送に伴う体重減少とレース成績の関係性を調べたところ、体重の減少が10kg以内であればレース成績に影響を及ぼさないが、20kg以上の減少であればレース成績が不振に終わる傾向があることを観察している [6]。このことは、輸送に伴う体重減少の程度を把握することが、競技能力を占う上での大まかな目安となり得る可能性を示唆している。

[参考文献]

1. Smith BL, et al. : Effects of road transportation on indices of stress in horses, *Equine Vet J*, 28, 446-454 (1996a)
2. Waran NK : The physical effects of transport on competition horses, *J Equine Vet Sci*, 17, 462 (1997)
3. Maeda Y, et al. : Changes in peripheral blood lymphocytes and neutrophil counts and function following long-term road transport in Thoroughbred horses, *Int J Appl Res Vet Med*, 9, 284-289 (2011)
4. Oikawa M, et al. : Pathology of equine respiratory disease occurring in association with transport, *J Comp Path*, 113, 29-43 (1995)
5. Raidal SL, et al. : Effects of posture and accumulated airway secretions on tracheal mucociliary transport in the horse, *Aust Vet J*, 73, 45-49 (1996)
6. Leadon DP : Transport stress. In: *The Athletic Horse*, Hodgson DR and Rose RJ, eds., WB Saunders, Philadelphia, pp371-378 (1994)
7. Leadon DP, et al. : Environmental, haematological and blood biochemical changes in equine transit

- stress, Proc AAEP Lexington, Kentucky, 485-490 (1990)
8. Leadon DP, et al. : Recommendations to horse owners and their representatives on the transport of horses, Federation Equestre Internationale. (1990)
 9. Oikawa M, Kusunose R : Some epidemiological aspects of equine respiratory disease associated with transport, J Equine Sci, 6, 25-29 (1995)
 10. Oikawa M, et al. : Pathology of equine pneumonia associated with transport and isolation of *Streptococcus equi* subsp. zooepidemicus, J Comp Path, 111, 205-212 (1994)
 11. Raidal SL, et al. : Effect of transportation on lower respiratory tract contamination and peripheral blood neutrophil function, Aust Vet J, 75, 433-438 (1997)
 12. McGorum BC, et al. : Total and respirable dust endotoxin concentrations three equine management systems, Equine Vet J, 30, 430-434 (1998)
 13. Oikawa M, et al. : Effects of orientation, intermittent rest and vehicle cleaning during transport on development of transport-related respiratory disease in horses, J Comp Path, 132, 153-168 (2005)
 14. Raidal SL, et al. : Inflammation and increased numbers of bacteria in the lower respiratory tract of horses within 6 to 12 h of confinement with the head elevated, Aust Vet J, 72, 45-50 (1995)
 15. Hodgson DR, et al. : Thermoregulation in the horse in response to exercise, Br Vet J, 150, 219-235 (1994)
 16. Racklyeft DJ, Love D : Influence of head posture on the respiratory tract of healthy horses, Aust Vet J, 67, 402-405 (1990)
 17. Foss MA : Effects of trailer transport duration on body weight and blood biochemical variables of horses, Pferdeheilkunde, 12, 435-437 (1996)
 18. Doherty O, et al. : Study of the heart rate and energy expenditure of ponies during transport, Vet Rec, 141, 589-592 (1997)
 19. Mars LA, et al. : Water acceptance and intake in horses under shipping stress, Equine Vet J, 12, 17-20 (1992)
 20. van den Berg JS, et al. : The effect of road transportation on external water and electrolyte balance of conditioned horses, Equine Vet J, 30, 316-323 (1998)
 21. Smith BL, et al. : Air flow patterns and ventilation in a two-horse trailer, Trans ASAE (in review). (1999)
 22. Smith BL, et al. : Influence of suspension, tires, and shock absorbers on vibration in a two-horse trailer, Trans ASAE, 39, 1083-1092 (1996b)
 23. Clark DK, et al. : The effect of orientation during trailer transport on heart rate, cortisol and balance in horses, Appl Anim Behav Sci, 38, 179-189 (1993)
 24. Smith BL, et al. : Effect of body direction on heart rate in trailered horses, Am J Vet Res, 55, 1007-1011 (1994a)
 25. Smith BL, et al. : Body position and direction preferences in horses during road transport, Equine Vet J, 26, 374-377 (1994b)
 26. Waran NK, et al. : Effects of transporting horses facing either forwards or backwards on their behaviour and heart rate, Vet Rec, 139, 7-11 (1996)
 27. Arendt J, et al. : The effects of jet-lag and their alleviation by melatonin, Ergonomics, 30, 1379-1393 (1987)
 28. Manfredini R, et al. : Circadian rhythms, athletic performance, and jet lag, Brit J Sports Med, 32, 101-106 (1998)
 29. Atkinson G, Reilly T : Circadian variation in sports performance, Sports Med, 21, 292-312 (1996)
 30. Hill DW, Darnaby K. M. : Effect of time of day on aerobic and anaerobic responses to high intensity exercise, Can J Sports Sci, 17, 316-319 (1992)