

重度脳性麻痺者のエアロビックフィットネス —組織的介入から家族を単位とした社会的介入へ

鈴木伸治^{1,2)}, 里中綾子^{1,3)}, 寺田恭子^{1,4)}

1) 常葉大学保健医療学部

2) 名古屋大学医学部保健学科

3) 名古屋大学大学院医学系研究科

4) 名古屋短期大学現代教養学科

要旨

Gross Motor Function Classification System (GMFCS) レベル V の脳性麻痺者は長期にわたり極端な安静行動を強いられている。この極端な安静行動はエアロビックフィットネスの著しい低下を招くと考えられる。著者らは医療型障害児入所施設に入所する GMFCS レベル V のアテトーゼ痙直型脳性麻痺者 6 名を被験者に車いすダンスによるトレーニングを 1 年間実施し、酸素脈を指標にエアロビックフィットネスが向上することを明らかにした。今後は被介護者と介護者がともにエアロビックフィットネスを維持できる家族を単位とした社会的介入方法を確立する必要がある。理学療法士や管理栄養士は International Classification of Functioning and Disability (ICF) で定義されるところの参加、活動、および健康状態に積極的にコミットしていく必要があると考えられる。

キーワード：脳性麻痺，酸素脈，エアロビックフィットネス

はじめに

「運動生理学のエビデンスに基づく脳性麻痺リハビリテーション論¹⁾」では、すべての病型の脳性麻痺に対して適用する関節可動域、筋力・筋パワー、協調性、およびエアロビックフィットネスの各構成要素を並列に配するリハビリテーションモデルについて自験データを基に述べた。しかし、用いた自験データは Gross Motor Function Classification System GMFCS²⁾ レベル I~IV までの被験者からえられたものがほとんどであった。本稿ではその後の著者らの研究成果を加え、

「運動生理学のエビデンスに基づく脳性麻痺リハビリテーション論¹⁾」ではほとんどカバーできなかった GMFCS²⁾ レベル V、すなわちほとんど寝たきり状態に置かれる脳性麻痺者のエアロビックフィットネスの評価法やトレーニングについて考える。

地球規模で蔓延する低身体活動に対する対策が検討されている³⁾⁻⁵⁾。一般に、低身体活動は健常者における長期にわたる安静行動はエアロビックフィットネスの低下を惹起するだけではなく、II 型糖尿病や循環器疾患を引き起す重大な要因と考えられている⁶⁾。その

点, GMFCS レベル V の脳性麻痺者は長期間, 極端な安静行動を強いられていると考えられるが, 彼らのエアロビックフィットネスに関する研究は少ない⁷⁾⁻¹³⁾. また, 長期に極端な安静行動を強いられている GMFCS レベル V の脳性麻痺者における II 型糖尿病や循環器疾患の発生に関する報告も少ない¹⁴⁾.

GMFCS レベル V の脳性麻痺者はわが国では行政的に重症心身障害者に属する. この重症心身障害者の原因疾患は脳性麻痺の他, 多岐にわたるが, 医療型障害児入所施設(以下重症心身障害児者施設)に長期間入所している重症心身障害者における森ら(2007)¹⁵⁾の研究は極端な安静行動のみでは生活習慣病を発生すると言い切れないことを示唆している点で意義深い. 森ら¹⁵⁾の報告によると重症心身障害児者施設に入所する満 40 歳以上の重症心身障害者 60 名(女性 25 名, 男性 35 名)について高血圧症は 1 名, 高脂血症は 2 名, および糖尿病は 0 名であった. このように極端な安静行動を長期にわたって強いられるはずの重症心身障害者における生活習慣病の発生状況が良好であったことは大変示唆に富むものである. 森ら¹⁵⁾は重症心身障害児者施設に長期にわたり入所する重症心身障害者における生活習慣病の発生数が少ない理由を施設入所における厳密な栄養管理と規則的な生活習慣であるとした.

しかし, GMFCS レベル V の脳性麻痺者がすべて施設に入所しているわけではなく, 在宅生活をおくる場合には異なる結果が得られている¹⁴⁾. 例えば, Cremer ら(2017)¹⁴⁾は 40~60 歳の 435 名の在宅脳性麻痺者を調査した結果 GMFCS レベル IV および V で構成する群を GMFCS レベル I~III で構成する群に比べ有意に多疾病罹患であり, また肥満群は非肥満群に比べ多疾病疾患であることを報告した. 森ら¹⁵⁾の研究には原因疾患に脳性麻痺以外の疾患が含まれている可能性が大いにあり, Cremer ら(2017)¹⁴⁾の研究と直接

比較することは妥当ではないが, 少なくとも GMFCS レベル V の脳性麻痺者あるいは重症心身障害者は極端な安静行動を強いられているにもかかわらず, II 型糖尿病や循環器疾患に罹患する要因が極端な安静行動, すなわち著しい低身体活動のみではないことを示唆している⁶⁾. 同時に, これらの研究結果は健常者における II 型糖尿病や循環器疾患の発生要因をことさら低身体活動に求める昨今の風潮に警鐘を鳴らすもので, 生活習慣病の発生に関わる過食について改めて問い直すべきであることを示している.

GMFCS レベル V の脳性麻痺者におけるエアロビックフィットネス向上の意義

エアロビックフィットネスは呼吸循環系の持久力 (cardio-respiratory fitness; CR fitness) のことであり, 一般に最大下運動テストから得られる最大酸素摂取量の推定値や最大運動テストから得られる酸素摂取量のピーク値をもって評価される¹⁾. 従って, エアロビックフィットネスを評価する上で最大下運動テストあるいは最大テストを行い得る身体の運動機能が求められる¹⁾. GMFCS レベル V の脳性麻痺者のエアロビックフィットネスに関する研究が皆無なのはこのためである. エアロビックフィットネスの向上は II 型糖尿病¹⁶⁾や循環器疾患¹⁷⁾の発生や進行を抑える可能性がある以外にも, 一定の身体活動によってエアロビックフィットネスを向上させること自体に意義がある. 何故ならばエアロビックフィットネスはランナーにおいてはより速くより遠く走る能力を意味し, ノンアスリートや障害者にとっては日常生活を快適に送る能力を意味しているからである¹⁸⁾.

GMFCS レベル V のアテトーゼ痙直型脳性麻痺者における身体活動

GMFCS レベル V のアテトーゼ痙直型脳性麻痺者を車いすに乗せ, 音楽に合わせて介

助者が車いすを前後左右に動かした場合、何らかの身体活動が他動的にでも生じるのであろうか。

著者らはこのような被験者6名の車いすダンス時における心拍数および酸素摂取量を測定した¹⁹⁾。被験者によっては上半身を音楽に合わせ動かすことができたり、一方、全く自発的な身体活動がみられなかったりと、GMFCS レベル V といっても実は多様であるのだが、すべての被験者において心拍数および酸素摂取量は安静時に比べ増加することを確認した¹⁹⁾。

この研究から、安静時の心拍数あるいは酸素摂取量に対してどの程度増加するかを示す運動強度は、最大で 3MET 程度(軽強度)に相当することがわかった¹⁹⁾。American College of Sports Medicine (ACSM) のガイドラインによると、軽強度はディ・コンディショニング状態におかれた人達に利するものとされている²⁰⁾。これは具体的にエアロビックフィットネスが向上することを意味するかどうか、このガイドラインには詳しく書かれていない²⁰⁾。

GMFCS レベル V のアテトーゼ痙直型脳性麻痺者のエアロビックフィットネス向上を目指したトレーニング効果

GMFCS レベル I~IV までの脳性麻痺児者を対象とした筋力トレーニングおよびエアロビックフィットネス向上を目指したトレーニングに関する研究が過去 20 年間に少しずつではあるが蓄積されてきた¹⁹⁾⁻²¹⁾。脳性麻痺者に対するエクササイズを論じる時、ほとんど常に病型や痙縮などの影響が問われる。また、「運動生理学のエビデンスに基づく脳性麻痺リハビリテーション論¹⁾」でも述べたように、かつて筋力トレーニングは麻痺筋の痙縮を増強するため禁忌とされていた時代があった。しかし、筋力トレーニングを脳性麻痺児者に実施しても痙縮が増強することはなく、

脳性麻痺児者に対する筋力トレーニングは有効であると考えられる²²⁾⁻²⁶⁾。

脳性麻痺児者を対象としたトレーニング効果についての研究はせいぜい GMFCS レベル IV までであり^{18),21)-23)}、GMFCS レベル V のアテトーゼ痙直型脳性麻痺者のトレーニング効果についての研究はこれまでほとんどない²⁷⁾。一般にエアロビックフィットネスを向上させるためのトレーニングの運動処方では運動強度は中等度以上、1回 30 分以上、そして週 2 回以上(できれば毎日)である^{20),28)}。しかし、GMFCS レベル V のアテトーゼ痙直型脳性麻痺者の身体活動は、たとえ自発的な随意運動を伴っても運動強度は軽強度を上回ることはないと考えられる¹⁹⁾。従って、軽強度の運動でもエアロビックフィットネスが向上するかどうかを明らかにするため、著者らは GMFCS レベル V のアテトーゼ痙直型脳性麻痺者 6 名に対して、1回 6~15 分、週 2 回以上の車いすダンスによるトレーニングを実施した²⁷⁾。前述の通り GMFCS レベル V のアテトーゼ痙直型脳性麻痺者のエアロビックフィットネスに及ぼすトレーニング効果についての研究の障壁はトレーニング効果の判定である。

酸素脈を用いた斬新なトレーニング効果の判定

一般に、エアロビックフィットネスは最大酸素摂取量で評価する^{28),29),30),31),32)}。最大酸素摂取量は一回拍出量、心拍数、および動静脈酸素較差の関数である(Fick の原理)^{28),31),32)}。中でも、最大酸素摂取量がトレーニングによって向上する際、主たる役割を演じるものは一回拍出量である^{28),31),32)}。脳性麻痺では GMFCS レベルが I に比べ II が、II にくらべ III が歩行時の心拍数が高く³³⁾、これは脳性麻痺の重症度が高くなればなるほど一回拍出量が減少することを示唆している。また、トレーニングにより最大酸素摂取量が増加すると、最大

下運動時の一回拍出量は増加するため、一定の運動負荷下においては、心拍数は減少する。一定の運動負荷下において酸素摂取量は同等であるが、心拍数が減少するため、酸素摂取量を心拍数で除して求める酸素脈は増加する。従って、酸素脈は一回拍出量の指標とされている^{28),31)}。

この点に着目し、従来エアロビックフィットネスについて評価されることなかった寝たきり状態におかれている GMFCS レベル V のアテトーゼ瘻直型脳性麻痺者のトレーニング効果の判定に酸素脈を用いたのは著者らの研究が初めてである²⁷⁾。そして GMFCS レベル V のアテトーゼ瘻直型脳性麻痺者 6 名に対して 1 回 6~15 分、週 2 回以上の車いすダンスによるトレーニングを 1 年間実施した結果、トレーニング開始 3~6 か月後から酸素脈の増加を確認することができた²⁷⁾。

栄養学的側面

臨床の現場における日本のリハビリテーション医学・医療界の過去 3 年間における変化は目を見張るものがある。救急搬送されてから 1~2 週間以上安静にしてからリハビリテーションを慎重に進めたり、体重増加だけを防止するためのカロリー制限をしたりなどの過去の考え方は、アグレッシブな身体活動を負荷しつつ十分な栄養を補充するという全く対照的な考え方に置き替りつつある^{34),35),36)}。例えば、救急搬送された翌日から Intensive Care Unit (ICU) 内で、スタッフが数人がかりで患者を立たせたり、介助歩行させたりするようになりつつある。また、急性期リハビリテーションには管理栄養士が介入し、積極的な運動療法に見合う栄養を備えた食事を提供するようになりつつある。1 回 6~15 分、週 2 回以上の車いすダンスによるトレーニングを 1 年間実施した GMFCS レベル V のアテトーゼ瘻直型脳性麻痺者 6 名の栄養状態は Mini Nutritional Assessment Short Form

(MNA-SF)³⁷⁾で評価すると全例 at risk と評価されたが、これは Body Mass Index (BMI)³⁸⁾ および下腿周径の著しい低値によるものであった。一方、車いすダンスによるトレーニング開始 6 か月後および 12 か月後の血清アルブミン値およびヘモグロビン値の推移を後方視的に調査した結果、これらの値は正常範囲を保ち、全く変化が認められなかった³⁹⁾。同様に、毎月の体重もほとんど増減がみられなかった。有酸素運動能を向上する程のトレーニングを実施しても栄養状態に全く影響を及ぼさなかった点が腑に落ちない。あるいは、GMFCS レベル V のアテトーゼ瘻直型脳性麻痺者はほとんど寝たきり状態にあったため、軽強度、短時間のトレーニングでもトレーニング効果が顕著にみられたのかもしれない。本研究では方法論を明確に提案したことに大きな意義があり、追試によって車いすダンスが真にエアロビックフィットネスを向上するか否かを明らかにすることがもとめられている。

また冒頭述べたように、GMFCS レベル V の脳性麻痺者でも長期に在宅で生活している場合は極端な安静行動ばかりではなく過食によって肥満や II 型糖尿病や循環器疾患の発生する可能性があることを忘れるべきではない。

組織的介入から家族を単位とした社会的介入へ

GMFCS レベル V のアテトーゼ瘻直型脳性麻痺者のトレーニング効果についての研究は重症心身障害児者施設において車いすダンスによる介入を組織的に業務の一環として実施したものである²⁷⁾。被験者は 37~64 歳で、いずれも長期間入所していた人達である。重症心身障害児者施設で日常的にトレーニングやコンディショニングを業務の一環で行うことは普通ではほとんど実現不可能である。これは、長期間入所し、心身の状態が安定している人達に対してトレーニングやコンディショ

ニングのためにスタッフを配置し、医療報酬を得ることは制度上できないからである。また、被験者の保護者は皆高齢者で、面会時に一緒に車いすダンスをしようという方は皆無であった。一方、在宅で生活している重度脳性麻痺者に目を向けると、仮に被介護者も介護者も積極的に何もしなければ共にエアロビックフィットネスは低下し、介護の質も劣化していくのではないだろうか。一般に、トレーニングによって有酸素運動能が向上するためには運動種目や運動時間に関わらず、週2回以上の頻度で3~6カ月の期間を必要とする²¹⁾。またコンディショニングによって有酸素運動能を維持するためにも週2回以上の頻度でおこなわないと効果はえられないことが明らかになっている²¹⁾。病院の外来で行うリハビリテーションには回数について制限があり、トレーニングやコンディショニングを通院し病院で行うことも制度上不可能である。従って、このような組織的介入の試みの次にあるものは家族を単位とした社会的介入法の確立ではないかと考える。

家族を単位とした社会的介入とは被介護者および介護者が、例えば、車いすダンスを日常的に楽しむことで共にエアロビックフィットネスを維持させようとするものである。実は2017年4月から家族を単位とした社会的介入に関する研究をスタートさせたばかりである。この研究は在宅で生活する重度脳性麻痺者と仮定における主たる介護者が長期間継続できる車いすダンスのような軽身体活動を通して、エアロビックフィットネスを縦断的に調査しようとするものである。家庭でトレーニングを継続していくための理学療法や栄養学を基盤とした技術も確立しなければならない。その意味でも、訪問回数には限度はあろうが、訪問診療や訪問リハビリテーションを介して、理学療法士や管理栄養士はInternational Classification of Functioning and Disability (ICF)^{40),41)}で定義されるとこ

ろの活動、参加、および健康状態へより多くコミットしていく必要があるのではないだろうか⁴²⁾。

結 語

GMFCS レベル V のアテトーゼ痙直型脳性麻痺者を車いすに乗せて介助者が車いすを動かすだけで、他動的にはあるが軽強度の身体活動になることが明らかになった。ACSM ガイドラインではディ・コンディショニング状態におかれた人達に利する程度の運動であるとされているが、1回6~15分、週2回以上の車いすダンスによるトレーニングによってエアロビックフィットネスが向上することが酸素脈の評価によって明らかになった。この研究は施設において業務の一環として行った組織的介入であったが、今後は家族を単位とした社会的介入法の確立が必要であると考える。

謝 辞

稿を終えるにあたり、匿名で査読の労をとられた2名の同僚と編集の労をとられた高木聖教授に深謝します。本研究は基盤(C)課題番号26350861および課題番号17K01802の助成を受けました。

文 献

- 1) 鈴木伸治, 里中綾子, 他: 運動生理学のエビデンスに基づく脳性麻痺リハビリテーション論. 常葉大学保健医療学部紀要 7:1-15, 2016.
- 2) Palisano R, Rosenbaum P, et al.: Development and reliability of a system to classify gross motor function in children with cerebral palsy. Dev Med Child Neurol 39:214-231, 1997.
- 3) Pratt M, Sarmiento OL, et al.: The implications of megatrends in information and communication technology and

- transportation for changes in global physical activity. *Lancet* 380:282-293, 2012.
- 4) Reis RS, Salvo D, et al.: Scaling up physical activity interventions worldwide: stepping up to larger and smarter approaches to get people moving. *Lancet* 388:1337-1348, 2016.
 - 5) Sallis JF, Bull F, et al.: Progress in physical activity over the Olympic quadrennium. *Lancet* 388:1325-1336, 2016.
 - 6) Lee IM, Shiroma EJ, et al.: Impact of physical inactivity on the world's major non-communication diseases. *Lancet* 380 (巻)(9838(号)):219-229, 2012.
 - 7) Celeste D, Zaffuto-Sforza DO: Aging with cerebral palsy. *Phys Med Rehabil Clin N Am* 16:235-249, 2005.
 - 8) Gaskin CJ, Morris T: Physical activity, health-related quality of life, and psychological functioning of adults with cerebral palsy. *J Phys Act Health* 5:146-157, 2008.
 - 9) Jahnsen R, Villien L, et al.: Fatigue in adults with cerebral palsy in Norway compared with the general population. *Develop Med Child Neurol* 45:296-303, 2003.
 - 10) Murphy KP: The adults with cerebral palsy. *Orthop Clin N Am* 41:595-605, 2010.
 - 11) Strax TE, Luciano L, et al.: Aging and developmental disability. *Phys Med Rehabil Clin N Am* 21:419-427, 2010.
 - 12) Niuewenhuijsen C, van der Slot WMA, et al.: Inactive life style in adults with bilateral spastic cerebral palsy. *J Rehabil Med* 41:375-381, 2009.
 - 13) Turk MA: Health, mortality, and wellness issues in adults with cerebral palsy. *Develop Med Child Neurol* 51:24-29, 2009.
 - 14) Cremer N, Hurvitz EA, et al.: Multimorbidity in middle-aged adults with cerebral palsy. *M J Med* 130:744.e9-744.e15.10.1016/j.amjmed.2016.11.044. 2017.
 - 15) 森潤, 松井史裕, 他: 40歳以上の重症心身障害児(者)における生活習慣病の検討. *日本重症心身障害学会誌* 32:309-312, 2007.
 - 16) Sénéchal A, Johannsen NM, et al.: Association between changes in muscle quality with exercise training and changes in cardiorespiratory fitness measures in individuals with Type 2 diabetes mellitus: results from the HART-D study. *PLOS ONE* 10.1371/journal.pone.0135057, 2015.
 - 17) Lavie CJ, Arena R, et al.: Exercise and the cardiovascular system: clinical science and cardiovascular outcomes. *Circ Res* 117: 207-219, 2015.
 - 18) Satonaka A, Suzuki N, et al.: The relationship between aerobic fitness and daily physical activities in nonathletic adults with atheto-spastic cerebral palsy. *Gazz Med Ital* 170:103-112, 2011.
 - 19) Terada K, Satonaka A, et al.: Cardiorespiratory responses during wheelchair dance in bedridden individuals with severe cerebral palsy. *Gazz Med Ital* 175:241-7, 2016.
 - 20) American College of Sports Medicine: ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription, Ninth edition, Chap 7. General principles of exercise prescription. Philadelphia PA: Lippincott

- Williams & Wilkins; 2014.
- 21) Shinohara T, Suzuki N, et al.: Effect of exercise at the AT point for children with cerebral palsy. *Bull Hosp Joint Dis* 61:67-67, 2002-2003.
 - 22) Verschuren O, Peterson M, et al.: Exercise and physical activity recommendations for people with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol* 58:798-808, 2016.
 - 23) O'Brien TD, Noyes J, et al.: Systematic review of physical activity and exercise interventions to improve health, fitness and well-being of children and young people who use wheelchairs. *BMJ Open Sport Exerc Med* 2:e000109, 2016. 10.1136/bmjsem-2016-000109
 - 24) Damiano DL, Vaughan CL, et al.: Muscle response to heavy resistance exercise in children with spastic cerebral palsy. *Develop Med Child Neurol* 37: 731-739, 1995.
 - 25) Scholtes VA, Becher JG, et al.: Lower limb strength training in children with cerebral palsy - a randomized controlled trial protocol for functional strength training based on progressive resistance exercise principles. *BMC Pediatrics* 8:41 10.1186/1471-2431-8-41,2008.
 - 26) Morton JF, Brownlee M, et al.: The effects of progressive resistance training for children with cerebral palsy. *Clin Rehabil* 19:283-289, 2005.
 - 27) Terada K, Satonaka A, et al.: Training effects of wheelchair dance on aerobic fitness in bedridden individuals with severe athetospastic cerebral palsy rated to GMFCS level V. *Eur J Phys Rehab Med*, 53:744-750, 2017.
 - 28) Astrand PO, Rodahl K, et al.: *Textbook of work physiology*, Fourth ed. Champaign, IL: Human Kinetics; 2003.
 - 29) Satonaka A, Suzuki N, et al.: Validity of submaximal exercise testing in adults with athetospastic cerebral palsy. *Arch Phys Med Rehabil* 93:485-9, 2012.
 - 30) Noonan V, Dean E. Submaximal exercise testing: clinical application and interpretation. *Phys Ther* 80:782-807, 2000.
 - 31) Forman DE, Fleg JL. *Clinical exercise physiology*. Third ed. Chap.30. Aging. Ed. Ehrman JK, Gordon PM, Visich PS, Keteyian SJ. Champaign, IL: Human Kinetics, 2013.
 - 32) McArdle WD, Katch FI, Katch VL: *Exercise physiology*. Eith ed. Baltimore, MD: Wolters Kluwer, 2015.
 - 33) Suzuki N, Oshimi Y, et al.: Exercise intensity based on heart rate while walking in spastic cerebral palsy. *Bull Hosp Joint Dis* 60:18-22, 2001.
 - 34) Wakabayashi H, Sashika H: Malnutrition is associated with poor rehabilitation outcome in elderly impairments with hospital-associated deconditioning: a prospective cohort study. *J Rehabil Med* 46:277-82, 2014.
 - 35) 吉村芳弘: サルコペニアの概念と診断基準と診察時にできる評価と診断. *Modern Physician* 37:409-413, 2017.
 - 36) 藤田 恭久, 橋崎 孝賢, 他: 集中治療領域における早期リハビリテーションの現状と課題 和歌山県立医科大学附属病院 ICU における早期リハビリテーションの実践. *日本臨床救急医学会誌* 20:245, 2017.
 - 37) Rubenstein LZ1, Harker JO, et al.: Screening for undernutrition in geriatric practice: developing the short-form mini-

- nutritional assessment (MNA-SF).
J Gerontol A Biol Sci Med Sci. 56:366-372, 2001.
- 38) National Heart, Lung and Blood Institute (NHLBI) Obesity Education Initiative Expert Panel on the Identification, Evaluation, and Treatment of Overweight and Obesity in Adults: clinical guidelines on the identification, evaluation, and treatment of overweight and obesity in adults-the evidence report. Obes Res 6:51S-209S, 1998.
- 39) Terada K, Satonaka A, et al.: Nutritional aspects of a year-long wheelchair dance intervention in bed-ridden individuals with severe athetospastic cerebral palsy rated to GMFCS level V, Gazz Med Ital, in press.
- 40) 世界保健機構(WHO): 国際生活機能分類—国際障害者分類改定版, 2001. 日本語版. 中央法規出版 2002.
- 41) 武田尚子, 井上洋子, 他: 国際生活機能分類を活用した重症心身障害者に対する介入の検討. 日本重症心身障害学会誌 41:403-409,2016.
- 42) 中村隆一: フロンティアからフロンティアへ, リハニュース No.51.日本リハビリテーション医学会 2011.

鈴木伸治, 里中綾子, 寺田恭子. 重度脳性麻痺者のエアロビックフィットネス—組織的介入から家族を単位とした社会的介入へ 常葉大学保健医療学部紀要第9巻 2018年
別刷請求先: 鈴木伸治, 〒431-2102 浜松市北区都田町 1230 番地 常葉大学保健医療学部