東海地方における自転車通勤者の健康・体力レベルと通勤時の走行実態

西井 匠¹, 鋤柄 悦子², 阿部 竜二³, 高石 鉄雄⁴

Fitness level and physical capacity of commuter cyclists and the actual condition while cycling to work in Tokai region

Takumi Nishii¹, Etsuko Sukigara², Ryuji Abe³ and Tetsuo Takaishi⁴

¹ 三重大学社会連携研究センター, 〒514-8507 三重県津市栗真町屋町1577 (*Community-University Research Cooperation Center, Mie University, 1577 Kurimamachiya-cho Tsu City, Mie 514-8507, Japan*)

² 愛知文教女子短期大学, 〒492-8521 愛知県稲沢市稲葉2-9-17 (*Aichi Bunkyo Women's College, 2-9-17 Inaba Inazawa City, Aichi 492-8521, Japan*)

³ 株式会社シマノ, 〒590-8577 大阪府堺市堺区老松町3-77 (*Shimano Inc., 3-77 Oimatsu-cho Sakai-ku Sakai City, Osaka 590-8577, Japan*)

⁴ 名古屋市立大学大学院システム自然科学研究科, 〒467-8501 愛知県名古屋市瑞穂区瑞穂町山の畑1 (*Graduate School of Natural Sciences, Nagoya City University, 1 Yamanohata Mizuho-cho Mizuho-ku Nagoya City, Aichi 467-8501, Japan*)

Received: September 7, 2011 / Accepted: December 12, 2011

Abstract The purpose of this study was to reveal physiological conditions of commuter cyclist from the standpoint of multiple approaches. Ten male employees (37 ± 9 yr) who usually commute by bicycle participated in this study. Global Positioning System (GPS) was used to analyze their commuting route three-dimensionally. And heart rate was recorded simultaneously to determine their exercise intensity. Blood test, oral glucose tolerance test (OGTT), and maximal aerobic test was conducted in our laboratory. Semantic differential method (SD) questionnaire was conducted to clarify their feelings during and after their commute. The results of blood test and OGTT showed that all of determined values were good and no one exceeded the standard value. GPS log showed that subjects covered 13.3 ± 7.2 km and 40 ± 20 minute with integrating 201 ± 114 meter altitude gain per commute. Heart rate data showed 129 ± 12 bpm per commute. However, subjects demonstrated higher peak heart rate during their commute ranged between 157 and 181 bpm, we determined details by frequency distribution method. The data revealed that commuter cycling was consisted by aerobic exercise with intermittent vigorous intensity exercise. Despite of such a hard exercise cycling to work, the result of SD questionnaire indicated that subjects felt briskness with less tiredness when they commute. Commuter cycling with a higher than moderate exercise intensity, could have good physical and mental effects for employees.

Jpn J Phys Fitness Sports Med, 61(2): 251-258 (2012)

Keywords : health condition, ecology, daily exercise, GPS

I. 緒 言

地球環境への配慮, 健康に関する意識の高まりなどにより, 近年, 自転車利用が見直されている. 中でも自転車通勤は健康増進に役立つことが一般論として認知されており, 疾病に伴う早世の回避につながる¹⁾, 冠状動脈性心疾患のリスクを低下させる^{2,3)}, 体重増加の防止に有効である⁴⁻⁷⁾, 徒歩通勤よりも心肺機能改善に効果が期待できる⁸⁾, 体力を向上させる^{9,10)}などの報告がある.

一方でわが国における自転車通勤者の健康状態や走行

中の運動強度に関する報告は, 筆者の知るところ鈴木ら¹¹⁾が通勤時の主観的運動強度を調査した報告のみである. しかもわが国の自転車に関わる道路事情は欧米と比べて自転車専用道が少ない, 交差点が多いなど, 一定速度を保った状態で安全に自転車走行をすることが困難であるという特徴を持つ. このため, 海外の研究報告にある自転車走行の内容や運動強度はわが国の自転車通勤の実態とは異なる可能性がある.

その自転車通勤に関する先行研究であるが, 通勤時の走行実態についてまで詳しく検討されている報告は筆者

らの知るところ見当たらない。すなわち、従来の研究では走行速度や通勤距離、あるいは通勤に要した時間などの平均値が示されているだけであり、自転車通勤者が具体的にどのような運動強度や走行速度で通勤し、その結果どのような健康効果を得ているかは未解明のままである。したがって、既に自転車通勤を実践している人について通勤時の運動強度や通勤時間、頻度などの実態と血液検査値、体力測定などの評価値との関連性をより明確にし、自転車通勤が実際にどの程度健康増進に役立つのかを科学的に示すことは、自転車通勤を健康づくりに有効な一つの運動(エクササイズ)として社会に提言する上で重要と考える。そこで本研究の目的は、自転車通勤者に対して血液検査、体力測定、アンケート等を行い、自転車通勤者の健康状態や体力を明らかにすること、自転車通勤中の運動強度変化や走行実態について詳細に検討することである。

II. 方 法

A. 被検者 東海地方在住の日常的に自転車通勤を行っている成人男性10名(年齢 37 ± 9 歳, 身長 171.5 ± 3.0 cm, 体重 62.6 ± 4.3 kg, 自転車通勤歴 5.6 ± 4.0 年, 通勤頻度 3.6 ± 1.2 回/週, 平均値 $\pm$ 標準偏差)を被検者とした。被検者はクロスバイク, ロードレーサー, マウンテンバイクといったスポーツ自転車を通勤に利用していたが、定期的に自転車競技に参加し、通勤を競技練習の一環としている者は含まれていなかった。自転車通勤以外の運動を日常的に行なっている者は3名(水泳1名, 週末のサイクリング2名)いたが、それ以外の7名は自転車通勤以外に日常的な運動を行なっていなかった。実験に先立ち、被検者は研究の意義や危険性などの説明を受け、十分に理解した上で自発的な意志で参加した。本研究は名古屋市立大学大学院システム自然科学研究科倫理委員会の承認を受けて実施された。

B. 測定項目

1. 通勤経路, 通勤時心拍数等の測定 高石ら¹²⁾の方法に従い、携帯型のGPS(Garmin製, Geko201)を用いて通勤中の三次元位置情報(緯度, 経度, 高度)を5秒間隔で記録した。携帯型GPSに記録されたデータは後に地形図ソフトウェア¹³⁾にダウンロードし、通勤経路を三次元的に分析した(Fig 1)。被検者には連続する10日間の測定期間中に同じ経路を往復するよう指示し、往路・復路のいずれにおいても位置情報の欠損がない2試行以上の完全な通勤データを得た。得られたデータから1通勤ごとの移動距離, 移動速度, 積算上昇高度(通勤経路上にある上り勾配部分の高度差を累積した値。ただし, GPSの測定精度および運動強度への影響を考慮し, 高度差1.5m未満の上り勾配は除外)を分析し、往路・復路それぞ

れの平均値を算出して個人の通勤データとした。またGPSでの三次元位置情報の取得と同時に、自転車での利用に機能特化した心拍数計(Polar製, S710i)を用い、通勤時の心拍数, 走行速度, クランク回転数を5秒ごとに記録した。通勤時の運動強度は各被検者の任意であったが、通常の通勤と同じ運動強度になるよう指示した。なお, 5秒間の移動速度が4 km/h未満のデータは停車として取り扱った。これは本研究の被検者が使用していた自転車のタイヤ周長とギア比の関係から, 4 km/h未満はクランク回転数が9~16rpm以下に相当し、通常の自転車走行をしている状態とは考えられないためである。このような状況はおそらく、停車直前あるいは信号の変わるタイミングを見計らって脚の動きを止めている際の慣性走行にあたると考えられる。測定時期は2009年3月19日から8月15日までであった。内訳は3~4月に調査した被検者が3名, 5~6月が2名, 7~8月が5名であった。調査期間中において、雨天時に自転車通勤した者はいなかった。なお, 走行速度や運動強度は交差点等における発進や停止, 道路勾配の変化などの影響を強く受けるため、一通勤あたりの平均値だけで自転車通勤の実態を論ずるだけでは不十分である。そこで走行速度と心拍数については、通勤時の経時的変化とそれらの度数分布について自転車通勤の実態を詳細に検討した。

Fig 1. A representation of a typical commuting route and its course profile.

2. 生理学的検査 被検者の健康状態を明らかにするために、空腹時血液検査、経口グルコース負荷テスト(OGTT)を実施し、持久性能力の指標として最大酸素摂取量ならびに最大心拍数を測定した。空腹時血液検査にあたっては前日深夜0時より飲食を禁止し、実験当日の午前9時に採血した。検査項目は、総コレステロール、

HDLコレステロール(HDL-C)、LDLコレステロール(LDL-C)、中性脂肪、血糖、糖化ヘモグロビン(HbA1c)であった。OGTTは上述の採血終了後にブドウ糖溶液(味の素製菓製、トレランG液75g, 225ml, 300kcal)を摂取させ、血糖値変化を摂取2時間後まで30分ごとに測定した。測定には携帯型血糖値測定器(Arkray製, GT-1641)を用いた。

最大酸素摂取量と最大心拍数は、自転車エルゴメーター(コンビ製, エアロバイク232C)にて漸増負荷法により測定した。負荷は3分ごとに30W漸増した。本テスト時の有酸素性最大出力は、Kuipers et al.¹⁴⁾の方法に従い算出した。呼気ガスはポータブルガスモニター(アルコシステム製, AR-1)にて30秒ごとの値を測定・記録した。心拍数の測定には前述の心拍計(POLAR製, S710i)を用いた。本テストの際に得た安静時心拍数と最大心拍数から予備心拍数(HRR)を算出し、自転車通勤時の%HRRを算出した。

3. 心理学的調査 通勤時の感性評価のため、Semantic differential method(SD法)によるアンケート¹⁵⁾を実施した。質問項目は①通勤によって疲労感を感じるか、②通勤によって爽快感を感じるか、③通勤を身体トレーニングの一環として取り組んでいるか、④通勤で汗をかきたいと思っているか、⑤通勤時に心肺機能を追い込もうと思っているか、の5項目であった。評価尺度は①まったく感じない、②あまり感じない、③どちらでもない、④やや感じる、⑤かなり感じる、の5件法であった。

Ⅲ. 結 果

A. 通勤時の走行実態 GPS等によって得られたデータを分析した結果、通勤距離および通勤時間は、それぞれ 13.3 ± 7.2 km, 40 ± 20 分で、1通勤あたりの積算上昇高度は 201 ± 114 m, 移動速度は 20.1 ± 4.9 km/h, 走行中のクランク回転数は 78 ± 8 rpmであった。心拍数のデータを分析した結果、通勤時の平均心拍数は 129 ± 12 bpmであり、これは $56 \pm 8\%$ HRRに相当した。一方、各被検者における通勤時の最高心拍数は157~181bpmで平均心拍数を大幅に上回っており、 $87 \pm 8\%$ HRRに相当した。測定時期が3~4月であった3名、5~6月であった2名、7~8月であった5名の最大心拍数と平均心拍数はそれぞれ 168 ± 12 bpmと 125 ± 13 bpm, 173 ± 1 bpmと 136 ± 6 bpm, および 168 ± 5 bpmと 127 ± 11 bpmであった。このように心拍数の平均値と最高値との差が大きかったこと

から、これらが信号や道路勾配などの影響を受けている可能性があると考え、走行速度と心拍数の経時的変化ならびにそれらの度数分布について詳細を検討した。典型例として被検者一名の通勤(往路)における走行速度の結果をFig 2に、心拍数の結果をFig 3に示す。この被検者の平均走行速度は19.8km/hであったが、5 km/hごとに区分した度数分布により15~29km/hの範囲にあたる走行時間が全体の75%を占めており、通勤時間の約10%が停車に該当することが明らかになった。同一通勤時の平均心拍数については 139 ± 17 bpmであったが、発進停止を繰り返す中で間欠的に高強度運動が混在していることが明らかとなった。度数分布によると最頻値は140~149bpmの範囲であったが、150~159bpmの範囲が約21%、160~169bpmの範囲が約10%を占めていた。

Fig 2. Detailed pattern of cycling speed and its frequency distribution for one commuter in one commute.

Fig 3. Detailed pattern of heart rate and its frequency distribution for the same commuter and commute as Fig 2.

全被検者における通勤中の相対的運動強度(%HRR)を, 往路と復路の合計, 往路のみ, 復路のみに分けて度数分布で示した(Fig 4). 往路と復路の合計における%HRRの平均値は56%HRRであったが, 60~69%HRRが最頻値であった. また, 就労後の疲労や日照条件の相違による走行速度への影響を考慮し, 往路と復路を別個に分析した. その結果, 最も走行時間の長い区分は往路において60~69%HRR, 復路において50~59%HRRであったが, 同じ強度区分における往路と復路の間に統計的有意差はなかった. 50%HRRを超える通勤時間の割合は往路で76%, 復路で65%あり, 70%HRR超に限定しても往路で22%, 復路で13%観察されるなど, 自転車通勤は高強度運動を含む実態が明らかになった. 走行速度については往路が 22.8 ± 3.8 km/h, 復路が 22.4 ± 4.3 km/hで統計的有意差はなく, 就業後の疲労や日照条件の相違による走行速度への影響は観察されなかった. 出勤時刻ならびに通勤所要時間についての聞き取り調査では, どちらも季節による大きな違いはないとのことであった.

Fig 4. Exercise intensity and its frequency distribution of commuter cycling.

B. 生理学的検査 血液検査の結果をTable 1に示す. 平均値は全て厚生労働省の特定健康診査基準値¹⁶⁾および日本動脈硬化学会の総コレステロール, LDL-Cに関わる基準値¹⁷⁾の範囲内であり, 個々の測定値についても基準値を外れる数値は観察されなかった. OGTTの結果, 検査前空腹時の血糖値は 88 ± 4 mg/dlであり, 各被検者とも基準値(100mg/dl)以下であった. 糖負荷30, 60, 90および120分後の値はそれぞれ 156 ± 25 , 151 ± 41 , 124 ± 20 , および 110 ± 17 mg/dlであった. 被検者の体重あたりの最大酸素摂取量および最大心拍数は 55.9 ± 8.7 ml/kg/minおよび 187 ± 11 bpmであり, その際の仕事率は 275 ± 55 Wであった.

C. 心理学的検査 SDアンケートの結果をFig 5に示す. 被検者は通勤において疲労感よりむしろ爽快感を感じていることが明らかとなった. また, 自転車通勤をトレー

ニングの一部とは考えておらず, 汗をかくことや息が上がることを望んでいるわけではないことが明らかとなった.

Table 1. Summary of blood test.

		average	±	SD
Blood glucose	(mg/dL)	88	±	4
Total Cholesterol	(mg/dL)	187	±	21
HDL cholesterol	(mg/dL)	66.8	±	16.4
LDL cholesterol	(mg/dL)	105.2	±	21.1
LDL-C/HDL-C ratio		1.68	±	0.55
Triglyceride	(mg/dL)	64	±	18
Hemoglobin A1c	(%)	4.5	±	0.4

1: strongly NO; 2: NO; 3: neither; 4: YES; 5: strongly YES.

Fig 5. Analysis of feelings about commuter cycling.

IV. 考 察

本研究では自転車通勤時の走行実態に着目し, 東海地方在住の自転車通勤者における通勤時の運動強度, 走行速度および心理指標などが健康状態ならびに体力レベルとどのような関わりがあるかを明らかにすることを目的とした. その結果, 本研究の自転車通勤者は血液検査の結果が良好で有酸素性作業能力が高いことが示された. またこのような特徴は, 間欠的に高強度域を含む有酸素運動を日常的に高頻度で実践していることに起因する可能性が示された.

A. 通勤時の走行実態と運動強度 本研究の被検者における通勤時の平均走行速度は約20km/hであり, 平均心拍数は約130bpmであった. この数値だけで見れば, 本研究の被検者はスポーツ自転車を利用しているにも関わらず比較的ゆっくり楽に走っているようにも見える. と

ころが各被検者の通勤時最高心拍数は157~181bpmであり、平均値とは大きくかけ離れていた。そこで走行速度と心拍数を経時の変化とその度数分布によって詳細に観察した結果、自転車通勤は間欠的な高強度運動を含む持久的運動であることが明らかとなった(Fig 2, 3)。これは通勤時間のうち約10%が停車に該当し、その度に再加速が必要なこと、1通勤あたり約200mの積算上昇高度があったことなどが主たる要因と考えられる。これらは従来の研究では明らかにされていなかった自転車通勤の走行実態であり、GPSを用いて通勤時の走行速度変化ならびに通勤経路上の起伏を分析したことで初めて明らかになった事実と言える。

アメリカスポーツ医学会(ACSM)¹⁸⁾は呼吸循環器機能の向上のための運動として、50%HRRを越える有酸素運動を少なくとも週3回行うことを推奨している。本研究の被検者は一回の自転車通勤において職場と自宅を往復しており、各々の間隔は8時間以上であった。つまり、運動実施間隔がこのようにあく場合は、それぞれを独立した運動と見なすほうが妥当である。したがって本研究の被検者にみられた3.6回/週の自転車通勤は、週に7回強の有酸素運動実施と同義であったと考えられる。また前述したように、本研究の被検者においては50%HRR超の出現頻度が往路で76%、復路で65%であった。本研究の被検者が平均的な日本人のほぼ1.5倍に匹敵する高い有酸素能力¹⁹⁾を獲得していたのは、一回の運動強度が同じであっても高頻度のほうが呼吸循環器機能が向上すること²⁰⁾、中等度の定常運動に比べ運動強度に緩急をつけたインターバルトレーニングのほうが呼吸循環器機能をより向上させること²¹⁾の組み合わせによる相乗効果を反映した可能性がある。ただし、本研究は限られた地域で行われたものであり、交通量、交差点の数、通勤経路の起伏など、わが国の典型的な道路事情を反映しているかは不明である。また、本研究の被検者がウォーキングなどに比べて強度の高い運動を日常的に行っていたことは事実であるが、本研究はあくまで横断的研究であり自転車通勤による体力維持・向上効果を明らかにするには介入研究が必要である。なお本研究では測定実施期間が3月下旬から8月中旬であったため、季節の相違が心拍数におよぼす影響についても検討した。しかしながら、測定実施期間の相違による最大心拍数、平均心拍数に一定の傾向はなかった。同一被検者における心拍数の季節変動についてはデータを持たないが、聞き取り調査によると出勤時刻や通勤所要時間に大きな季節的変動はないとの回答であった。したがって、夏場は気温や湿度の影響で心拍数が若干増加していた可能性がある。ただし、各被検者における走行中の心拍数はいずれも安静時に比べて十分に高いことから(Fig 3, 4)、個々人の心拍数の季節変動はその運動による効果に対して大きく影響してい

ないと推察される。

B. 自転車通勤者の血液検査各値 本研究における被検者の血清脂質各値は、いずれも厚生労働省の特定健康診断基準¹⁶⁾あるいは動脈硬化学会が示す脂質代謝機能の診断基準値以内であり¹⁷⁾、細山田ら²²⁾による年齢別平均と比してより望ましいレベルにあった。これは運動経験のない者に自転車通勤を1年間行わせた結果、LDL-Cの低下ならびにHDL-Cの増加がともに有意であったとするde Gause et al.²³⁾の報告や、中等度以上の有酸素運動の継続は脂肪酸の需要量を増やし、リポタンパクリパーゼの活性化を介してHDL-Cの増加およびLDL-Cの減少をもたらすとするBerg et al.²⁴⁾の報告と一致する。さらに本研究では、自転車競技者が含まれていなかったにも関わらず、スポーツ競技者の中でもHDL-Cが高くLDL-Cが低いとされる長距離ランナーとほぼ同様の血清脂質値を示し²⁵⁾、LDL-C/HDL-C比においては、血管内のプラーク体積が退縮傾向を示すとされる2.0を大幅に下回った²⁶⁾。これについては今回の調査で明らかになったように、本研究の被検者が平地のみならず1通勤あたり積算200mの高度上昇に相当する上り坂走行を日常的に行っていたことが影響した可能性がある。またFig 2からFig 4に見られるように、本研究の被検者たちは停車から再加速し、そこから速やかに定常走行になるよう比較的高強度の有酸素運動をインターバル形式で繰り返していた。これは中等度運動の継続よりもインターバル形式による短時間の高強度運動が血清脂質の状態をより改善したとするTjønnå et al.²⁷⁾の報告と一致すると思われる。このような運動形態が血清脂質の状態にプラスに作用したのかもしれない。本研究では走行中の酸素消費量は測定していないが、20km/hの自転車走行は8METsに相当するとの報告がある²⁸⁾。これを今回の被検者の通勤時間、通勤頻度、体重などを考慮して試算すると、エネルギー消費量は約2500kcal/週となる。本研究の被検者が良好な脂質検査値を示した背景には、運動強度のみならず日常的にこのようなエネルギー消費量を要する運動を継続していることも要因の一つかもしれない。

本研究では自転車通勤者の糖代謝機能についても調査した。その結果、血糖値およびHbA1c値はいずれも基準値内であり、平均年齢が37歳であったにも関わらずその平均値は大櫛ら²⁹⁾による日本総合健診医学会の2002年度調査結果の集計データに基づく20歳台後半および20歳台前半の平均値と同等であり、糖代謝機能が若く保たれていることが明らかになった。OGTTの結果については、糖負荷90分後には10人中8人が、糖負荷120分後には全員が140mg/dLを下回った。Gondoh et al.³⁰⁾は、自転車運動の強度が上がるにしたがって糖利用が促進されることをPET(ポジトロン断層法)画像で明らかにしてい

る。自転車通勤者における糖代謝機能を調査したものはGondoh et al.の報告以外に例を見ないが、通勤時における中～高強度の有酸素運動が大腿筋群での積極的な糖利用を促し、その繰り返しが脚筋群のGLUT4を増やすこと³¹⁾でOGTTの結果にもよい影響をもたらしている可能性がある。

血液検査の結果に対しては、各自の食事内容あるいは自転車通勤以外の運動などの影響も考えられる。前者については今回調査していないが、後者に関しては本研究の被検者のうち10名中7名は自転車通勤以外に日常的な運動をおこなっていなかった。ただし残りの3名については、自転車通勤の実施頻度や運動量が大半を占めていたものの、水泳あるいは週末のサイクリングが結果に影響をおよぼしていた可能性は否定できない。

C. 心理学的評価 SDアンケート調査の結果、本研究の被検者は通勤中に高強度域での運動が頻繁に出現するにもかかわらず、疲労感よりむしろ爽快感を得ているという大変興味深い回答を得た。しかも被検者の半数を7～8月に調査したが、軽く身体を動かただけで汗ばむ時期にあってもこのような回答が得られたことは特徴的である。これはスピード感や風による空冷効果が疲労感を軽減させているのかもしれないが、これについては今後さらなる調査が必要であろう。しかしながらこのことは先行研究と同様に、自転車通勤が身体面の健康だけでなく精神面の健康にも貢献していることを示唆している^{3,9,32,33)}。Ohta et al.³⁴⁾は、徒歩あるいは自転車で通勤している者はそうでない者と比較して精神衛生状態が有意に優れていたと報告している。特に通勤所要時間が30分以上の場合にその効果が顕著であったとしているが、本研究の被検者も平均で40分の自転車通勤をしており、同様の効果をもたらした可能性が高い。さらに本研究では自由回答も得たが、その中には「公共交通機関の混雑や道路の渋滞が嫌い」「車は周囲の速度に合わせる必要があるが、自転車はマイペースで良く自由感が味わえる」「その日の調子や気分に応じてマイペースで移動できる」といった一般的な回答のほか、「会社に着いた後の爽快感のため、仕事がはかどる」、「朝の運動で頭が目覚め、仕事がはかどる」と言った爽快感と作業効率に関する回答や、「自転車に乗る社内の仲間同士での会話が弾む」といった社会性への影響もあることが明らかとなった。おそらくこれらが複数组み合わさり、精神衛生面に貢献していると推察される。石井ら³⁵⁾は男性において自転車道の有無が自転車通勤の実施に影響していたことを報告している。通勤先での自転車置き場、シャワーや更衣室など、自転車利用環境の整備が労働者の体力レベルあるいは精神衛生面を含めた健康レベルの向上につながる可能性がある。

D. 本研究の限界 本研究はスポーツ自転車を利用し、自転車通勤を好んで行なっている男性を対象とした。したがって本研究の結果が女性や、わが国でもっとも普及していると考えられる軽快車を利用して近距離の自転車通勤をしている者にも適用できるかは不明である。また本研究の被検者はすべて東海地方在住であった。つまり、地域によって気候条件や道路・交通・地形といった環境は異なるため、すべての地域で同様の結果が得られるかは不明である。さらに、本研究はあくまで横断的研究であり、健康状態および体力レベルを向上させるにあたって必要な自転車通勤実施頻度と1回あたりの走行距離との組み合わせ、あるいは実施期間などの詳細は明らかではない。これらの点については今後の課題としたい。

V. まとめ

本研究は自転車通勤者の健康状態を多面的に明らかにすることを目的とし、東海地方在住の日常的に自転車通勤をしている成人男性10名を被検者として実態調査を行なった。本研究では携帯型GPSを用いて通勤経路を三次元的に計測し、通勤の実態と運動強度の関係性を詳細に検討した。また、血液検査、経口ブドウ糖負荷試験(OGTT)、最大酸素摂取量の測定、アンケートによる感性・感覚評価も実施した。その結果、以下の内容が明らかとなった。

1. 自転車通勤は50%HRR以上の運動が1通勤あたり70%以上含まれていることが明らかとなった。また、信号停車後の再加速や1通勤あたり積算200mの高度上昇を伴う登坂など、間欠的に運動強度変化を伴う自転車走行が心肺諸機能に良い影響をもたらしている可能性が示された。
2. 本研究の被検者における有酸素性作業能力は平均的な日本人のほぼ1.5倍あった。血液検査とOGTTの値はすべて基準値内であった。特にLDL-C/HDL-C比は2.0を大幅に下回っていた。
3. 上記のような高い運動強度で通勤しているにも関わらず、被検者は疲労感よりむしろ爽快感を感じていることが明らかとなった。また、職場到着後の作業効率や社内での社会性などにも良い影響をおよぼしている可能性が示された。

以上のまとめとして、東海地方におけるスポーツ自転車を用いた自転車通勤は、身体的・精神的衛生面に良い効果をもたらすと推察される。

謝 辞

本研究にご協力下さった被検者の方々、ならびに感性評価についてご教授下さった中京大学情報理工学部・井口弘和教授に深く感謝いたします。

文 献

- 1) Hamer M, Chida Y. Active commuting and cardiovascular risk: a meta-analytic review, *Prev Med*, 46: 9-13, 2008.
- 2) Oja P, Manttari A, Heinonen A, Kukkonen-Harjula K, Laukkanen R, Pasanen M. Physiological effects of walking and cycling to work, *Scand J Med Sci Sports*, 151-157, 1991.
- 3) Hendriksen IJ, Zuiderveld B, Kemper HC, Bezemer PD. Effect of commuter cycling on physical performance of male and female employees, *Med Sci Sports Exerc*, 504-510, 2000.
- 4) Hu G, Pekkarinen H, Hanninen O, Tian H, Jin R. Comparison of dietary and non-dietary risk factors in overweight and normal-weight Chinese adults, *Br J Nutr*, 88: 91-97, 2002.
- 5) Lindström M. Means of transportation to work and overweight and obesity: a population-based study in southern Sweden, *Prev Med*, 46: 22-28, 2008.
- 6) Wen LM, Rissel C. Inverse associations between cycling to work, public transport, and overweight and obesity: Findings from a population based study in Australia, *Prev Med*, 46: 29-32, 2008.
- 7) 高石鉄雄. 高石式アクティブサイクリング 自転車に乗ろう!, 東京:土屋書店, 68-86, 2009.
- 8) 中村博司, 高石鉄雄. 自転車で健康になる, 東京:日本経済新聞出版社, 12-79, 2009.
- 9) de Geus B, Joncheere J, Meeusen R. Commuter cycling: effect on physical performance in untrained men and women in Flanders: minimum dose to improve indexes of fitness, *Scand J Med Sci Sports*, 179-187, 2009.
- 10) Wagner A, Simon C, Ducimetiere P, Montaye M, Bongard V, Yarnell J. Leisure-time physical activity and regular walking or cycling to work are associated with adiposity and 5 y weight gain in middle-aged men: the PRIME Study, *Int J Obes Relat Metab Disord*, 940-948, 2001.
- 11) 鈴木邦雄, 林郁子, 荒木武. 自転車通勤の運動強度, 大阪産業大学論集自然科学編, 97: 23-27, 1995.
- 12) 高石鉄雄, 山田美恵, 田中勤, 金若美幸, 柳澤尚代. 位置情報記録式GPS装置と心拍数記録装置を用いた高齢者のウォーキング指導の提案, *日本公衆衛生雑誌*, 56:172-183, 2009.
- 13) 杉本智彦. カシミール3D GPSで山登り, 東京:実業之日本社, 6-54, 2007.
- 14) Kuipers H, Verstappen FTJ, Keizer HA, Guerten P, Van Kraneburg G. Variability of aerobic performance in the laboratory and its physiological correlates, *Int J Sports Med*, 197-201, 1985.
- 15) 大山正, 岩脇三良, 宮埜壽夫. 心理学研究法, 東京:サイエンス社, 65-78, 2005.
- 16) 厚生労働省. 特定健康診査及び特定保健指導の実施に関する基準, 2008. <http://www.mhlw.go.jp/bunya/shakaihoshou/iryouseido01/dl/info03i-4.pdf>
- 17) 日本動脈硬化学会. 動脈硬化性疾患診療ガイドライン (2007年版), 5-10, 2007.
- 18) American College of Sports Medicine Position Stand. The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. *Med Sci Sports Exerc*, 30: 975-991, 1998.
- 19) 鈴木政登. 日本人の健康関連体力指標最大酸素摂取量基準域および望ましいレベル, *体力科学*, 58: 5-6, 2009.
- 20) Wenger HA, Bell GJ. The interactions of intensity, frequency and duration of exercise training in altering cardiorespiratory fitness, *Sports Med*, 3: 346-356, 1986.
- 21) Helgerud J, Høydal K, Wang E, Karlsen T, Berg P, Bjerkaas M, Simonsen T, Helgesen C, Hjorth N, Bach R, Hoff J. Aerobic high-intensity intervals improve VO2max more than moderate training, *Med Sci Sports Exerc*, 39: 665-671, 2007.
- 22) 細山田真, 滝上裕, 鈴木友人, 木村真規, 柴崎敏昭. 日本人における血清脂質の加齢性変化, *共立薬科大学雑誌*, 2: 9-15, 2007.
- 23) de Geus B, van Hoof E, Aerts I, Meeusen R. Cycling to work: influence on indexes of health in untrained men and women in Flanders. *Coronary heart disease and Quality of life*, *Scand J Med Sci Sports*, 18: 498-510, 2008.
- 24) Berg A, Frey I, Baumstark MW, Halle M, Keul J. Physical activity and lipoprotein lipid disorders, *Sports Med*, 17: 6-21, 1994.
- 25) Herbert PN, Bernier DN, Cullinane EM, Edelstein L, Kantor MA, Thompson PD. High-density lipoprotein metabolism in runners and sedentary men, *JAMA*, 252: 1034-1037, 1984.
- 26) Nicholls SJ, Tuzcu EM, Sipahi I, Grasso AW, Schoenhagen P, Hu T, Wolski K, Crowe T, Desai MY, Hazen SL, Kapadia SR, Nissen SE. Statins, high-density lipoprotein cholesterol, and regression of coronary atherosclerosis, *JAMA*, 297: 499-508, 2007.
- 27) Tjønnå AE, Lee SJ, Rognmo Ø, Stølen TO, Bye A, Haram PM, Loennechen JP, Al-Share QY, Skogvoll E, Slørdahl SA, Kemi OJ, Najjar SM, Wisløff U. Aerobic interval training versus continuous moderate exercise as a treatment for the metabolic syndrome: a pilot study, *Circulation*, 118: 346-354, 2008.
- 28) 厚生労働省. 健康作りのための運動指針2006, 2006. <http://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/undou01/pdf/data.pdf>
- 29) 大藪洋一, 柴田健, 小川哲平, 菅野剛史. 年齢別基準値の意義と地域および年次比較, *総合検診*, 95-105, 2004.
- 30) Gondoh Y, Tashiro M, Itoh M, Masud MM, Sensui H, Watanuki S, Ishii K, Takekura H, Nagatomi R, Fujimoto T. Evaluation of individual skeletal muscle activity by glucose uptake during pedaling exercise at different workloads using positron emission tomography, *J Appl Physiol*, 107: 599-604, 2009.
- 31) Phillips SM, Han XX, Green HJ, Bonen A. Increments in skeletal muscle GLUT-1 and GLUT-4 after endurance training in humans, *Am J Physiol*, 270 (3 Pt 1),

- E456-462, 1996.
- 32) Andersen LB, Schnohr P, Schroll M, Hein HO. All-cause mortality associated with physical activity during leisure time, work, sports, and cycling to work, *Arch Intern Med*, 160: 1621-1628, 2000.
- 33) de Geus B, S De Smet, J Nijs, R Meeusen. Determining the intensity and energy expenditure during commuter cycling. *Br J Sports Med*, 41: 8-12, 2007.
- 34) Ohta M, Mizoue T, Mishima N, Ikeda M. Effect of the physical activities in leisure time and commuting to work on mental health, *J Occup Health*, 49: 46-52, 2007.
- 35) 石井香織, 柴田 愛, 岡 浩一郎, 井上 茂, 下光輝一. 日本人成人における活動的な通勤手段に関連する環境要因, *体力科学*, 59: 215-24, 2010.