

【原 著】

2 型糖尿病罹患に対する飲酒習慣，有酸素能力の相互作用に関するコホート研究

澤田 亨<sup>1)</sup> 柿木 亮<sup>2)</sup> 内藤 久士<sup>2)</sup>  
岡本 隆史<sup>1)</sup> 塚本 浩二<sup>1)</sup> 武藤 孝司<sup>3)</sup>

1) 東京ガス株式会社安全健康・福利室 2) 順天堂大学スポーツ健康科学部  
3) 獨協医科大学公衆衛生学講座

【要約】目的：これまでに多量飲酒や低い有酸素能力が2型糖尿病罹患のリスクファクターであることが報告されている。しかしながら，2型糖尿病罹患に及ぼす飲酒習慣と有酸素能力の相互作用を調査した研究は見当たらない。そこで本研究は，日本人労働者を対象にして飲酒習慣と有酸素能力が2型糖尿病罹患とどのような関係にあるか調査した。

方法：本研究の対象者は，1985年度に最大下運動負荷テストおよび定期健康診断を受診した糖尿病に罹患していない男性4,745人（年齢：20～40歳）であった。自転車エルゴメータを用いた最大下運動負荷テストによって最大酸素摂取量を推定し，対象者を有酸素能力で3分位（低FIT群，中FIT群，高FIT群）に分類した。また，自己記入式質問票を用いて飲酒習慣を確認し，対象者を「非日常飲酒群（非飲酒者を含む）」，「日常飲酒群（アルコール45g/日以下）」，「多量飲酒群（46g/日以上）」に分類した。その後，対象者を14年間追跡して2型糖尿病罹患の有無を観察した。追跡終了後，比例ハザードモデルを使用して2型糖尿病罹患の相対危険度および95%信頼区間を求めた。

結果：追跡期間中，280人が2型糖尿病に罹患した。交絡因子として年齢，BMI，収縮期血圧，糖尿病家族歴，喫煙習慣を調整し，低FIT群で多量飲酒群（低FIT&多量飲酒群）を基準にして他の群の相対危険度および95%信頼区間を求めた。その結果，各群の相対危険度は，いずれの群も低い相対危険度を示していた。そして，「高FIT&多量飲酒群」は0.82（0.30-2.27），「低FIT&非日常飲酒群」は0.50（0.26-0.94），「高FIT&非日常飲酒群」は0.16（0.05-0.50）という相対危険度を示した。

結論：本研究は，有酸素能力と飲酒習慣の組み合わせは2型糖尿病罹患の強い予測因子であることを示していた。そして，高い有酸素能力を維持し，日常的な飲酒習慣をもたない男性労働者は2型糖尿病罹患のリスクが他の群と比較して著しく低く，飲酒習慣と有酸素運動能力の相互作用が示唆された。2型糖尿病を予防するためには，日常的な飲酒を避けるとともに，有酸素能力を維持・向上させることが重要であると考えられる。

**Key words**：運動負荷テスト，最大酸素摂取量，疫学研究，相対危険度，相互作用

1. 緒 言

厚生省（当時）は，1997年に実施した糖尿病実態調査で，「2型糖尿病が強く疑われる人」が690万人，「2型糖尿病の可能性を否定できない人」が680万人存在すると推定している。更に，10年後の2007年に同様の調査を実施した結果，それぞれ

の推定値が890万人および1,320万人に増加したと報告している。近年の日本における2型糖尿病の著しい増加は，もともと2型糖尿病になりやすい遺伝的素因をもった日本人<sup>1)</sup>の多くが，身体活動や食生活といった生活習慣の変化の影響を受けて2型糖尿病に罹患し始めている可能性を示唆している。このような状況のなか，2型糖尿病の予防は日本における公衆衛生上の重要な課題であると考えられる。

飲酒習慣については，これまでに実施されたシステマティックレビューやメタアナリシス<sup>2,3)</sup>，あるいは日本人を対象としたコホート研究<sup>4,5)</sup>が2

連絡先：澤田 亨，東京ガス株式会社安全健康・福利室，〒105-8527 東京都港区海岸 1-5-20, s-sawada@tokyo-gas.co.jp

投稿日：2010年12月17日，受理日：2011年3月9日

型糖尿病と飲酒習慣はU字の関係にあることを報告している。一方、身体活動の実施が2型糖尿病の予防に寄与することが報告されている<sup>6)</sup>。そして、これまでに実施された有酸素能力と2型糖尿病罹患の関係を調査したコホート研究はいずれも、低い有酸素能力が2型糖尿病罹患のリスクファクターであると報告している<sup>7-9)</sup>。しかしながら、2型糖尿病罹患に及ぼす飲酒習慣と有酸素能力の相互作用 (interaction) を調査した研究は見当たらない。そこで本研究は、日本人の男性労働者を対象にして、飲酒習慣と有酸素能力が2型糖尿病の罹患とどのような関係にあるか調査した。

## 2. 方法

### 2-1. 対象者

本研究の対象者は、東京ガス株式会社において1985年度に定期健康診断を受診した20歳から40歳の男性社員5,984人である。1985年における定期健康診断において以下の疾患に罹患している社員は対象から除外された(糖尿病:102人, 循環器系疾患:228人, 結核:3人, 消化器系疾患:9人)。更に904人については運動負荷テストを実施しなかったか、適切に実施できなかったために対象から削除した。最終的に4,745人が本研究の対象者となった。本研究は労働安全衛生法に基づくとともに、疫学研究に関する倫理指針を遵守して実施された。

### 2-2. 健康診断

対象者は労働安全衛生法に基づき定期健康診断を毎年受診した。健康診断結果から身長, 体重, 安静血圧値を解析に用いた。身長, 体重の測定から, body mass index (BMI: 体重[kg]/身長[m]<sup>2</sup>) を求め, 体格の指数とした。安静血圧の測定は椅子座位で自動血圧計を用いて測定した。また, 自己記入式質問票を用いて飲酒習慣, 喫煙習慣, 糖尿病家族歴を確認した。飲酒習慣については, 1日当たりの飲酒量を「ほとんど飲まない」, 「日本酒1合(ウイスキーダブル1杯, ビール大1本)程度」, 「日本酒2合(ウイスキーダブル2杯, ビール大2本)程度」, 「日本酒3合(ウイスキーダブル3杯, ビール大3本)程度」, 「日本酒4合(ウイスキーダブル4杯, ビール大4本)以上」の5段階で確認した。その後, 先行研究<sup>2-5)</sup>を参考にして「ほとんど飲まない」と回答した群を「非日

常飲酒群」, 日本酒1合~2合程度と回答した群を「日常飲酒群(アルコール45g/日以下)」, 日本酒3合以上と回答した群を「多量飲酒群(46g/日以上)」と定義した。また, 喫煙習慣については, 1日当たりの喫煙本数を, 「0本(以前から全く吸わない)」, 「0本(1年以上前にやめた)」, 「0本(1年以内にやめた)」, 「1~20本」, 「21~40本」, 「41本以上」の6段階で確認した。その後, 「0本と回答した群」, 「1~20本と回答した群」, 「20本以上と回答した群」の3群に分類した。糖尿病家族歴については, 家族歴の有無を確認した。

### 2-3. 有酸素能力の測定

有酸素能力の指標には, 最大下運動負荷テストから推定した最大酸素摂取量を用いた。運動負荷は, モナーク社製自転車エルゴメータを用いて各段階4分間の最大下負荷を最大で3段階かけた。年齢から推定した最大心拍数(220-年齢)の85%を目標心拍数に設定し, 目標心拍数に到達した者はその時点で運動負荷テストを中止した。最終段階の最後の1分間から得られた仕事量と最後の10秒間から得られた心拍数からÅstrandとRyhmingのノモグラム<sup>10)</sup>とÅstrandの年齢補正係数<sup>11)</sup>を用いて最大酸素摂取量を推定した。

有酸素能力の測定を含む本研究の方法に関するより詳しい方法については, 先行研究に記載した<sup>8)</sup>。

### 2-4. 糖尿病罹患の判定

追跡期間中における2型糖尿病罹患の判定には次の3つの方法を採用し, いずれか1つでも該当した場合に2型糖尿病に罹患したと判定して追跡を打ち切った。1) 健康診断で尿糖検査結果が陽性であった対象者に糖負荷テストを実施し, 2時間後の血糖が200mg/dLを超えていた場合, 2) 健康診断時における看護師の聞き取り調査時に糖尿病の治療を開始したと自己申告があった場合, 3) 健康診断時に実施している空腹時血糖値が, 1997年に発表された米国糖尿病学会の判定値(126mg/dL)を超えていた場合<sup>12)</sup>。

### 2-5. 解析方法

有酸素能力で対象者を3分位(低FIT群, 中FIT群, 高FIT群)に分類した。飲酒習慣については, 対象者を「非日常飲酒群」, 「日常飲酒群」, 「多量飲酒群」に分類した。更に, 有酸素能力と飲酒習慣の相互作用を検討するためにそれぞれの群を組

み合わせ, 合計9種類の群を設定した。その後, 対象者を1985年から1999年6月まで14年間追跡し, 低FIT群で多量飲酒群(低FIT&多量飲酒群)を基準にして, 他の群の2型糖尿病罹患の相対危険度(ハザード比)および95%信頼区間を求めた。対象者が追跡期間中に2型糖尿病に罹患した場合や退職等によって追跡不能となった場合, 打ち切りデータ(censored data)として取り扱った。

交絡因子の調整のために比例ハザードモデルを用いた。共変量として年齢(連続数), BMI(連続数), 収縮期血圧(連続数), 糖尿病家族歴(有無), 喫煙習慣(3群)をモデルに投入した。

統計解析には, SPSS 15.0J for Windows (SPSS, Chicago, IL)を使用した。有意水準はp値を0.05として, p値がこれより小さければ統計的に有意と判定した。

### 3. 結 果

調査開始時点における対象者の年齢の中央値は31歳(範囲: 20~40歳)であった。14年間の追跡期間中, 280人が2型糖尿病に罹患した。また, 追跡期間中に退職等によって追跡不能となった人数は174人であった。有酸素能力と飲酒習慣の組み合わせで設定された9群の調査開始時点におけ

る身体的特徴を表1に示した。「高FIT群」は, 「中FIT群」あるいは「低FIT群」と比較して若い傾向にあった。また, 「非日常飲酒群」は, 「日常飲酒群」や「多量飲酒群」と比較して若い傾向にあった。BMIは, 「低FIT群」および「多量飲酒群」が高い値を示していた。収縮期血圧と拡張期血圧については, 「高FIT群」および「非日常飲酒群」が低い値を示す傾向にあった。喫煙率および糖尿病家族歴については「多量飲酒群」が高い傾向にあった。

有酸素能力および飲酒習慣別にみた2型糖尿病罹患の相対危険度を表2に示した。有酸素能力および飲酒習慣と2型糖尿病罹患の間には, いずれも有意な量反応関係が認められた(トレンド検定:  $p=0.001$  および  $p=0.007$ )。

有酸素能力と飲酒習慣の組み合わせで設定した9群別にみた2型糖尿病罹患の相対危険度を表3に示した。2型糖尿病罹患のリスクが最も高いと考えられる「低FIT&多量飲酒群」を基準群に設定した。基準群と比較して, 他の群はいずれも低い相対危険度を示した。また, 基準群に対する「高FIT&非日常飲酒群」の相対危険度は0.16であり, 84%も低い相対危険度を示した。更に, 「高FIT&多量飲酒群」の相対危険度は0.82, 「低FIT&非日常飲酒群」では0.50であった。

表1 有酸素能力と飲酒習慣の組み合わせ別にみた調査開始時点における身体的特徴

有酸素能力	飲酒習慣	人数(人)	年齢 <sup>1)</sup> (歳)	最大酸素摂取量 <sup>2)</sup> (mL/kg/分)	BMI <sup>2)</sup> (kg/m <sup>2</sup> )	収縮期血圧 <sup>2)</sup> (mmHg)	拡張期血圧 <sup>2)</sup> (mmHg)	喫煙率(%)	糖尿病家族歴(%)
低	多量	96	33	32.8±3.3	24.6±2.6	133.2±11.1	78.4± 9.0	79.2	28.1
低	日常	1,000	33	33.0±2.8	24.1±2.6	128.7±11.4	76.2± 8.8	70.8	25.6
低	非日常	429	33	32.8±3.0	23.9±2.7	126.8±11.3	73.7± 8.7	62.7	20.3
中	多量	94	32	39.8±1.8	23.1±2.4	127.7±10.7	74.8± 9.2	84.0	27.7
中	日常	1,041	32	39.8±1.8	22.7±2.3	125.8±11.1	73.1± 8.6	69.8	22.0
中	非日常	477	30	40.0±1.8	22.5±2.4	123.4±11.5	70.5± 7.9	64.2	21.8
高	多量	73	30	48.7±5.3	22.7±2.7	125.7±11.8	74.1±10.4	76.7	26.0
高	日常	979	30	49.6±5.7	22.1±2.1	123.0±11.3	70.7± 8.7	66.6	19.8
高	非日常	556	28	50.3±6.3	21.5±2.2	121.6±11.7	68.7± 8.1	57.0	16.9
全 体		4,745	31	41.0±7.9	22.9±2.5	125.4±11.6	72.7± 9.0	67.2	21.8

1) 中央値

2) 平均値±標準偏差

表2 有酸素能力および飲酒習慣別にみた2型糖尿病罹患の相対危険度

	人数	観察人年	罹患者数	罹患率 (対1万人年)	多変量調整 相対危険度	95%信頼区間	p値
<b>&lt;有酸素能力&gt;</b>							
低FIT	1,525	20,364	157	77	1.00 <sup>1)</sup>	-	-
中FIT	1,612	21,955	90	41	0.90	0.69-1.18	0.431
高FIT	1,608	22,115	33	15	0.50	0.34-0.74	0.001
トレンド検定: p=0.001							
<b>&lt;飲酒習慣&gt;</b>							
多量	263	3,533	24	68	1.00 <sup>2)</sup>	-	-
日常	3,020	40,936	206	50	0.98	0.64-1.50	0.919
非日常	1,462	19,964	50	25	0.61	0.38-1.00	0.052
トレンド検定: p=0.007							

- 1) 調整項目: 年齢, BMI, 収縮期血圧, 糖尿病家族歴, 喫煙習慣, 飲酒習慣  
 2) 調整項目: 年齢, BMI, 収縮期血圧, 糖尿病家族歴, 喫煙習慣, 有酸素能力

表3 有酸素能力と飲酒習慣の組み合わせ別にみた2型糖尿病罹患の相対危険度

有酸素能力	飲酒習慣	人数	観察人年	罹患者数	罹患率 (対1万人年)	多変量調整 <sup>1)</sup> 相対危険度	95%信頼区間	p値
低	多量	96	1,254	15	120	1.00	-	-
低	日常	1,000	13,306	116	87	0.84	0.49-1.45	0.528
低	非日常	429	5,804	26	45	0.50	0.26-0.94	0.032
中	多量	94	1,298	4	31	0.37	0.12-1.10	0.074
中	日常	1,041	14,171	66	47	0.76	0.43-1.35	0.345
中	非日常	477	6,486	20	31	0.60	0.30-1.19	0.141
高	多量	73	981	5	51	0.82	0.30-2.27	0.700
高	日常	979	13,459	24	18	0.42	0.22-0.82	0.011
高	非日常	556	7,675	4	5	0.16	0.05-0.50	0.001

- 1) 調整項目: 年齢, BMI, 収縮期血圧, 糖尿病家族歴, 喫煙習慣

#### 4. 考 察

本研究は、2型糖尿病に罹患していない日本人の男性労働者を14年間追跡し、有酸素能力および飲酒習慣と2型糖尿病罹患の関係を調査したコホート研究である。追跡期間中、280人が2型糖尿病に罹患した。「低FIT&多量飲酒群」を基準にした場合、他のいずれの群も低い相対危険度を示していた。また、「高FIT&非飲酒群」が最も低い相対危険度であった。

##### 4-1. 飲酒習慣と2型糖尿病罹患

これまでに報告されたシステマティックレビューやメタアナリシスは、2型糖尿病と飲酒習慣はU字の関係にあると報告している<sup>2,3)</sup>。Howardらは、32本の論文をシステマティックレビューし、適度な飲酒(体重当たり0.6g/日未満)が2型糖尿病罹患のリスクを下げ、多量飲酒(0.6g/日以上)がリスクを上げると報告している<sup>2)</sup>。また、Koppesらは、15本のコホート研究結果をメタアナリシスした結果、適度な飲酒(48g/日未満)が2型糖尿病罹患のリスクを下げることを報告している<sup>3)</sup>。適度

な飲酒が2型糖尿病のリスクを下げるメカニズムとしては、アルコールの抗炎症作用がインスリン抵抗性を低下させている可能性が考えられている<sup>13)</sup>。一方で多量飲酒は、体重を増加させ、中性脂肪を上昇させるために2型糖尿病のリスクを上げるのではないかと考えられている<sup>3)</sup>。

本研究においては、「非飲酒群」と比較して、「多量飲酒群 (46g/日以上)」のみならず「日常飲酒群 (45g/日以下)」においても2型糖尿病罹患の相対危険度は有意に高い値 (1.59 および 1.68) を示していた。これまで、適量飲酒は2型糖尿病のリスクを軽減することが報告されているが、本研究では異なった結果が得られた。しかしながら、本研究の飲酒量評価に問題があった可能性があり、飲酒量と糖尿病罹患の量反応関係については更なる研究が必要だと考えられた。

#### 4-2. 有酸素能力と2型糖尿病罹患

身体活動の実施は、筋の構造的変化や生化学的変化などのさまざまなメカニズムを介して2型糖尿病の予防に寄与することが報告されている<sup>9)</sup>。

これまでに実施された有酸素能力と2型糖尿病の関係性を調査したコホート研究は、低い有酸素能力が2型糖尿病罹患のリスクファクターであることを報告している<sup>7-9)</sup>。本研究においても、有酸素能力と2型糖尿病罹患の間には明確な負の量反応関係があり、低い有酸素能力が2型糖尿病のリスクファクターであることが確認された。

#### 4-3. 相互作用

本研究では、「低 FIT&多量飲酒群」と比較して「高 FIT&多量飲酒群」の相対危険度は0.82、「低 FIT&非日常飲酒群」は0.50であった。このことから、積算モデルによって期待される「高 FIT&非日常飲酒群」の相対危険度は0.41 ( $0.82 \times 0.50$ ) となるが、実際は0.16であり、飲酒習慣と有酸素能力には強い相互作用がある可能性が示唆された。しかしながら、「各有酸素能力別にみた飲酒習慣と2型糖尿病罹患の関係」では、「中 FIT 群」以外には明確な量反応関係を示していたが、「各飲酒習慣別にみた有酸素能力と2型糖尿病罹患の関係」は、「日常飲酒群」以外においては明確な量反応関係を示していなかった (表3)。これは、全体を9群に分類したため、2型糖尿病の罹患率が少ない群が発生し、偶然誤差の影響を受けたことが原因であると考えられる。有酸素能力と飲酒習慣が2

型糖尿病罹患に及ぼす相互作用を明確にするためには、更に追跡を継続して、各群における2型糖尿病罹患患者数を増やす必要があると考えられた。

#### 4-4. 本研究の特徴

我々の知る限り、本研究は飲酒習慣と有酸素能力が2型糖尿病罹患にどのような相互作用を与えるかを調査した初めてのコホート研究である。また、調査票と比較してより客観的であると考えられる各種の測定を実施している点も本研究の特徴と考えられる。すなわち、身体活動量の客観的な指標であると考えられる有酸素能力<sup>14)</sup>の測定や、本研究のエンドポイントである2型糖尿病罹患の判定に糖負荷テストや空腹時血糖検査結果を用いている点である。更に対象者が日本人である点も本研究の特徴である。日本人は欧米人と2型糖尿病の発症メカニズムが異なる可能性があり<sup>1)</sup>、日本人の2型糖尿病予防を考える場合には、日本人を対象とした疫学的な研究結果が重要であると考えられる。

#### 4-5. 本研究の課題

本研究にはいくつかの課題が存在する。有酸素能力と飲酒習慣で組み合わせた各群と2型糖尿病罹患の関係において、いくつかの群間には明確な量反応関係が認められなかった原因として観察人年数が少ないことが原因である可能性が考えられた。また、本研究における飲酒習慣の把握は簡便な質問票を用いて評価しているのみならず、調査方法の妥当性・信頼性の確認をしていないことからその信頼性に限界がある。更に、本研究における有酸素能力の測定は間接法を使用しており、直接法 (有酸素能力の実測) と比較して精度の低い方法を用いている点あげられる。加えて、本研究は東京周辺に居住している特定企業の男性労働者のみを対象としており、日本人男性労働者としての代表標本性に課題があると考えられる。

## 5. 結 論

本研究は、有酸素能力と飲酒習慣の組み合わせは2型糖尿病罹患の強い予測因子であることを示していた。そして、高い有酸素能力を維持し、日常的な飲酒習慣をもたない男性労働者は2型糖尿病罹患のリスクが他の群と比較して著しく低く、飲酒習慣と有酸素運動能力の相互作用が示唆され

た。2型糖尿病を予防するためには、日常的な飲酒を避けるとともに、有酸素能力を維持・向上させることが重要であると考えられる。

#### 謝 辞

東京ガス株式会社における安全健康・福利室のスタッフの皆様に感謝いたします。

#### 文 献

- 1) Fujimoto WY, Leonetti DL, Bergstrom RW, Kinyoun JL, Stolov WC, Wahl PW. Glucose intolerance and diabetic complications among Japanese-American women. *Diabetes Res Clin Pract.* 1991; 13: 119-29.
- 2) Howard AA, Arnsten JH, Gourevitch MN. Effect of alcohol consumption on diabetes mellitus. A systematic review. *Ann Intern Med.* 2004; 140: 211-9.
- 3) Koppes LLJ, Bouter LM, Dekker JM, Heine RJ, Hendriks HFJ. Moderate alcohol consumption lowers the risk of type 2 diabetes. A meta-analysis of prospective observational studies. *Diabetes Care.* 2005; 28: 719-25.
- 4) Tsumura K, Hayashi T, Suematsu C, Endo G, Fujii S, Okada K. Daily alcohol consumption and the risk of type 2 diabetes in Japanese men: the Osaka Health Survey. *Diabetes Care.* 1999; 22: 1432-7.
- 5) Nakanishi N, Suzuki K, Tatara K. Alcohol consumption and risk for development of impaired fasting glucose or type 2 diabetes in middle-aged Japanese men. *Diabetes Care.* 2003; 26: 48-54.
- 6) LaMonte MJ, Blair SN, Church TS. Physical activity and diabetes prevention. *J Appl Physiol.* 2005; 99: 1205-13.
- 7) Wei M, Gibbons LW, Mitchell TL, Kampert JB, Lee CD, Blair SN. The association between cardiorespiratory fitness and impaired fasting glucose and type 2 diabetes mellitus in men. *Ann Intern Med.* 1999; 130: 89-96.
- 8) Sawada SS, Lee IM, Muto T, Matsuzaki K, Blair SN. Fitness and the incidence of type 2 diabetes: prospective study of Japanese men. *Diabetes Care.* 2003; 26: 2918-22.
- 9) Carnethon MR, Gidding SS, Nehgme R, Sidney S, Jacobs DR Jr, Liu K. Cardiorespiratory fitness in young adulthood and the development of cardiovascular disease risk factors. *JAMA.* 2003; 290: 3092-100.
- 10) Åstrand PO, Ryhming I. A nomogram for calculation of aerobic capacity (physical fitness) from pulse rate during submaximal work. *J Appl Physiol.* 1954; 7: 218-21.
- 11) Åstrand I. Aerobic work capacity in men and women with special reference to age. *Acta Physiol Scand.* 1960; 49: 45-60.
- 12) Expert Committee on the Diagnosis and Classification of Diabetes Mellitus: Report of the Expert Committee on the Diagnosis and Classification of Diabetes Mellitus (Position Statement). *Diabetes Care.* 1997; 20: 1183-97.
- 13) Imhof A, Froehlich M, Brenner H, Boeing H, Pepys MB, Koenig W. Effect of alcohol consumption on systemic markers of inflammation. *Lancet.* 2001; 357: 763-7.
- 14) Blair SN, Kampert JB, Kohl HW 3rd, Barlow CE, Macera CA, Paffenbarger RS Jr, Gibbons LW. Influences of cardiorespiratory fitness and other precursors on cardiovascular disease and all-cause mortality in men and women. *JAMA.* 1996; 276: 205-10.

**【Original Article】**

## Interaction of Drinking Habits and Cardiorespiratory Fitness on the Incidence of Type 2 Diabetes: A Cohort Study of Japanese Men

Susumu S. Sawada<sup>1)</sup>, Ryo Kakigi<sup>2)</sup>, Hisashi Naito<sup>2)</sup>, Takashi Okamoto<sup>1)</sup>,  
Koji Tsukamoto<sup>1)</sup>, and Takashi Muto<sup>3)</sup>

### Abstract

**Objective:** Several studies have shown that heavy alcohol consumption and low cardiorespiratory fitness are risk factors of type 2 diabetes. However, there is no cohort study that has assessed the interaction between cardiorespiratory fitness and drinking habits on the incidence of type 2 diabetes. We investigated the joint effect of drinking habits and cardiorespiratory fitness on the incidence of type 2 diabetes among Japanese men.

**Methods:** We evaluated the drinking habits and cardiorespiratory fitness (CRF) on the incidence of type 2 diabetes in 4,745 (Age: 20-40 yr) nondiabetic Japanese men who were given a submaximal exercise test, a medical examination, and questionnaires on their health habits in 1985. CRF was measured using a cycle ergometer test, and the men were assigned to Low, Moderate, and High CRF categories based on tertiles of the CRF distribution. Also, the men were assigned to Low Drinking (Non or Not-daily), Moderate Drinking (under 45 g/day), and Heavy Drinking (over 45 g/day) categories.

**Results:** During a 14 year follow-up, 280 men developed type 2 diabetes. Relative risks and 95% confidence intervals for the incidence of type 2 diabetes were obtained using the Cox proportional hazards model while adjusting for age, body mass index, systolic blood pressure, family history of diabetes, and smoking habits. Using the Low CRF & Heavy Drinking group as reference, the relative risks and 95% confidence intervals were 0.16 (0.05-0.50) for the High CRF & Low-Drinking group, 0.50 (0.26-0.94) for the Low CRF & Low-Drinking group, and 0.82 (0.30-2.27) for the High CRF & Heavy Drinking group, respectively.

**Conclusion:** These results suggest that there is a strong interaction effect of cardiorespiratory fitness and drinking habits on the incidence of type 2 diabetes. Health care professionals should encourage physical activity and low-level, or abstaining from, drinking.

**Key words:** exercise test, maximal oxygen uptake, epidemiology, relative risk, interaction

---

1) Health Promotion Center, Tokyo Gas Co., Ltd., Tokyo, Japan

2) Department of Exercise Physiology, School of Health and Sports Science, Juntendo University, Chiba, Japan

3) Department of Public Health, Dokkyo Medical University School of Medicine, Tochigi, Japan