

株式会社ハーバー研究所 メディカルフーズ事業部情報誌

当情報誌は、臨床現場でご活躍いただいている先生方の生の声をお届けする事により、他の先生方との情報交換の場として、食品のより有用で効果的な活用ができるようになる事を目的としています。

編集：(株)ハーバー研究所 研究開発部

第23号

[目次]

■オリジナル高栄養主食のレシピ開発と、忍容性・有用性の検討

…福岡県 ○山本貴博 1)2)、松井智美 2)3)、安武健一郎 4)、麻生博史 5)

- 1)NHO 九州がんセンター栄養管理室、2)前 NHO 福岡病院栄養管理室、
- 3)NHO 九州医療センター栄養管理室、4)中村学園大学栄養科学部栄養科学科、
- 5)NHO 福岡病院呼吸器内科

■長すぎる空腹時間の改善による血糖値の改善：血糖値を急上昇させないチョコレートケーキの開発

…東京都 医療法人社団 仁圭会 林外科病院 栄養科 龍野明子

■オリジナル高栄養主食の開発と、忍容性・有用性の検討

…山本貴博 1)2)、松井智美 2)3)、
安武健一郎 4)、麻生博史 5)

- 1)NHO 九州医療センター栄養管理室、
- 2)前 NHO 福岡病院栄養管理室、
- 3)NHO 九州がんセンター栄養管理室、
- 4)中村学園大学栄養科学部栄養科学科、
- 5)NHO 福岡病院呼吸器内科



【はじめに】

入院または施設入所中に発生する低栄養は『hospital malnutrition』と呼ばれ、1970年代以降に欧米を中心に多く報告されるようになった。実際に、本邦の先行研究によると、病院および高齢者施設において、概ね30～40%の者が低栄養または低栄養に陥るリスクを有していたと報告されている。入院中、患者の栄養状態は、手術などの侵襲や疾患由来の炎症によって低下しやすいとされている。加えて、病院食の摂取不良も、低栄養の重要なリスク因子であり、入院患者の病院食摂取状況を調査した海外の研究では、個々の必要量に見合うエネルギー

一およびたんぱく質の両者を摂取できていた割合が、わずか30%であったと報告されている。

病院食による低栄養予防・改善に資する食事の考え方としては、1日エネルギー摂取量の約50%を占める主食(ごはん、粥など)を十分に摂取することが必要である。しかし、食欲が低下した際、臨床現場における病院給食の一般的な対応は、米飯から粥(全粥、7分粥、5分粥など)への形態調整、または主食量そのものを減少させる分量調整である。日本食品標準成分表2020年版(八訂)によると、形態調整では、主食の重量あたりエネルギー量は全粥で65kcal/100gと、米飯の156kcal/100gに対して58%も減少する。一方、分量調整をした場合のエネルギー量は、国立病院機構福岡病院(福岡病院)の場合、米飯を小盛りにすると128kcal/食、全粥を小盛りにすると59kcal/食の減少となる。近年、このような問題点を解消するため、粥や軟飯などに中鎖脂肪酸トリグリセリド(MCT)、たんぱく質および栄養補助食品などを加えることで、栄養素等摂取量を増加する試みが行われている。しかし、米飯をベースに栄養価を強化することは、粥や軟飯と比較して水分量が少ないため、食感がマスキングされにくいことから、一般的に難しいと考えられている。

そこで我々は、これらの課題解決を目的に、以下の2つの研究を論文発表しており、得られた主要な結果について紹介したい。まず、「研究①」では、米飯および粥のいずれにおいても栄養価を強化できる美味しいオリジナル高栄養主食の開発を行った

(山本, 中村学園大学 中村学園大学短期大学部研究紀要, 2019)。次に「研究②」では、我々が開発した高栄養主食のレシピを、入院中の呼吸器疾患患者に提供して、継続的に摂取可能であるか、さらに嗜好の満足度は得られるのかについて検討を行った(山本, 学会誌 JSPEN, 2019)。高栄養主食が低栄養または低栄養リスク者の嗜好に問題なく受け入れられれば、栄養サポートの選択肢が増え、栄養管理の充実につながることを期待される。

【研究①高栄養主食のレシピ開発】

1. 試料

現在、広く臨床で用いられている「熊リハパワーライス®」のレシピを参考に、オリジナルレシピ(オリジナル)を検討した。オリジナルは、プロテインパウダー、MCT パウダー、MCT オイル、粉飴の配合量を変えた数種類のパターンで官能評価を行い、最終レシピを作成した。参考とした熊リハパワーライス®を「コントロール」として設定し、コントロールとオリジナルで、全粥330gと米飯200gの2種類、合計4通りの主食を作成し、2群間で比較を行った。なお、調理法の詳細は原著論文を確認されたい。

2. 高栄養主食に用いた添加食品の特徴

本研究で使用したMCTオイル、MCTパウダー、プロテインパウダーおよび粉飴は、いずれも容易に入手可能な製品であり、病院や在宅の栄養管理において広く用いられているものである。MCTは、実臨床において栄養改善に寄与することが報告されている。プロテインパウダーの多くは牛乳や大豆を原材料としており、高栄養主食のレシピで使用した製品は消化吸収に優れた乳清たんぱく質を原材料としている。粉飴は、でんぷんを加水分解する過程で、分解を中断して粉末状にしたものである。甘味が少なく粘度が少ないことから、料理や飲料に添加して大量に摂取することが可能である。比較的安価であり、以前からエネルギー補給目的に使用されている。

3. 官能評価方法

パネリストは、病院調理師8名、管理栄養士6名、栄養士1名の合計15名で官能評価を実施した。

評価項目は、日本穀物検定協会の官能評価を参考として、外観・香り・味・粘り・硬さおよび総合評価の6項目とした。コントロールを基準「3」に設定し、それぞれの評価項目について、コントロールと比較して感じた度合いを0点から6点の7段階で評価した。なお、全ての主食はパネリストが区別できないようブラインド化され、官能評価を担当しない管

理栄養士が試料を作成した。

4. 試験の結果

数種類の試作から、最も評価の高いと思われるオリジナルのレシピ(プロテインパウダー5g、MCTオイル9g・MCTパウダー1.5g、粉飴5g)を採択し、エネルギー量を131kcal、たんぱく質4.5gに調整した。コントロールと比較してエネルギー含有量は同等、たんぱく質含有量は1.7倍であった。

コントロールを基準としてオリジナルの官能評価を行った結果、全粥は粘り、硬さ、総合評価の3項目でオリジナルの値が有意に高かった(各 $p < 0.01$)。また、外観・香り・味を含む全ての項目の平均値は、統計学的な有意差に至らなかったものの、コントロールの基準値3.0以上の評価であった(図1)。米飯は、味の項目においてオリジナルがコントロールと比較して有意に高い評価だった($p < 0.05$)。また、全粥と同様に、外観・香り・粘り・硬さ・総合評価を含む全ての項目で基準値3.0以上の評価であった(図1)。

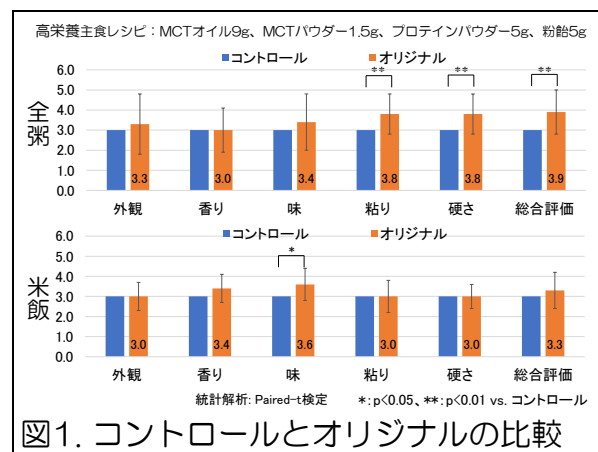


図1. コントロールとオリジナルの比較

【研究②忍容性と有効性の検討】

次に研究②として、我々が開発したオリジナルレシピ(高栄養主食)を、入院中の呼吸器疾患患者に提供し、忍容性と有効性を確認した。

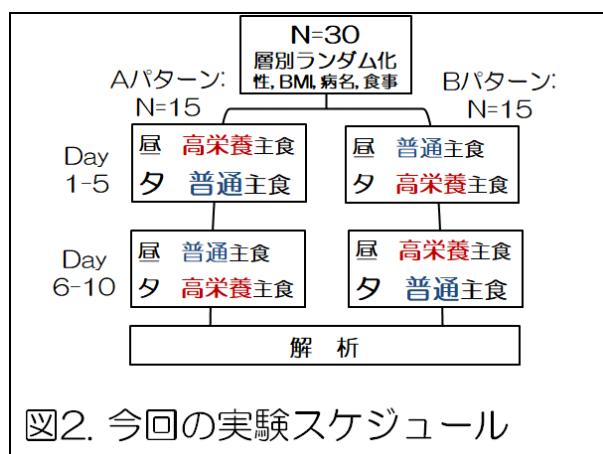
1. 対象

福岡病院呼吸器内科に、COPD、急性肺炎、その他の呼吸器疾患の治療目的で入院した患者のうち、参加基準として①現在の体重が標準体重に対して80%以上90%未満(軽度栄養障害)、②入院時に実施する栄養スクリーニングで軽度栄養障害と判定、③血液生化学検査で軽度栄養障害に該当する、以上のいずれか1つ以上に該当する者とした。

2. 研究方法

(1) 研究デザイン

対象患者を年齢、性別、体格指数 (body mass index; BMI)、疾患名、食事内容をキーとして、層別ランダム化し A パターンと B パターンに分類した。研究デザインは、オリジナルの高栄養主食と、普通の主食 (普通主食) を用いて、昼食と夕食の主食内容を入れ替えるクロスオーバー比較試験であり、介入期間は入院 2 日目または 3 日目から 10 日間 (30 食: 3 食×10 日間) とした。A パターンは 1 日目～5 日目の昼食「高栄養主食」、夕食「普通主食」とし、6 日目～10 日目の昼食「普通主食」、夕食「高栄養主食」とした。B パターンは A パターンと逆に 1 日目～5 日目の昼食「普通主食」、夕食「高栄養主食」とし、6 日目～10 日目の昼食「高栄養主食」、夕食「普通主食」とした (図 2)。なお、朝食は全例に対して普通主食を提供した。また、対象患者には各主食のうち、どちらが提供されているかを通知しないブラインド試験とした。



(2) 高栄養主食のレシピと主食の栄養量

主食の種類および量は、患者の病態に応じてチームで検討され、医師が決定した。福岡病院の主食メニューおよびエネルギー・栄養素含有量は表 1 のとおりであり、各患者の主食をベースに、研究①で作成したオリジナルレシピの内容 (プロテインパウダー5g、MCT オイル 9 g・MCT パウダー1.5g、粉飴 5g) を調理室内で添加し、高栄養主食を作成した。なお、本研究の原著論文では、主食の栄養価を日本食品標準成分表 2015 年版 (七訂) に基づいて算出したが、ここでは最近改訂された 2020 年版 (八訂) の値に更新して示した (表 1)。

表1. 主食の栄養素等量

主食の種類	エネルギー kcal	たんぱく質 g	脂質 g	炭水化物 g
米飯200	300	5.6	0.8	68.3
米飯120	172	3.2	0.5	41.0
軟飯240	225	4.2	0.6	51.0
軟飯150	140	2.6	0.4	31.8
全粥330	163	3.1	0.4	37.1
全粥220	104	2.0	0.3	23.6
+ 日本食品標準成分表2020年版の「こめ」使用量で算出				
高栄養主食 付加量	131	4.5	10.2	5.3
高栄養主食レシピ: MCTオイル9g、MCTパウダー1.5g、プロテインパウダー5g、粉飴5g				

(3) 主食の味の評価

主食の味に関する評価は、数値的評価スケール (numerical rating scale; NRS) を使用し、A・B パターンにおける高栄養主食の提供タイミングが切り替わる直前の介入 5 日目と、介入終了日である 10 日目に実施した。NRS は、朝食、昼食および夕食の各主食について 0「大変不味い」から 10「大変美味しい」までの 11 段階で味の評価を行った。

(4) 喫食量の評価

喫食量の評価は、看護師によって電子カルテ内に記録された 0 から 10 までの 11 段階評価 (看護記録) で行い、これに基づいて各対象患者の栄養素等摂取量を算出した。

(5) 評価項目

高栄養主食の忍容性に関する主要評価項目は、主食の喫食量と高栄養主食の味に関する NRS の結果とした。また、高栄養主食の有用性に関する主要評価項目は、主食による栄養素等摂取量 (エネルギー、たんぱく質、脂質、炭水化物摂取量) とした。

3 倫理的配慮

本研究は福岡病院倫理委員会の承認を得て実施された (承認番号 F29-8)。

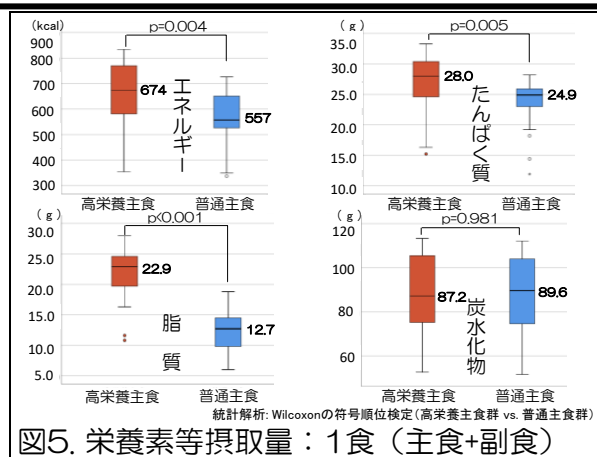
【結果】

対象患者 30 名のうち、入院直後に転院し同意撤回書が提出された 1 名を除く 29 名を最終解析対象とした。各変数の値は、中央値 (25%, 75% タイル値) で表した。対象患者の背景は、年齢 66.0 (63.5, 75.5) 歳、男性 22 名・女性 7 名、BMI 17.0 (16.0, 20.5) kg/m² であり、疾患、食事内容の項目も含めて、高栄養主食の提供タイミングが異なる A パターンと B パターンの間には有意差を認めなかった (表 2)。

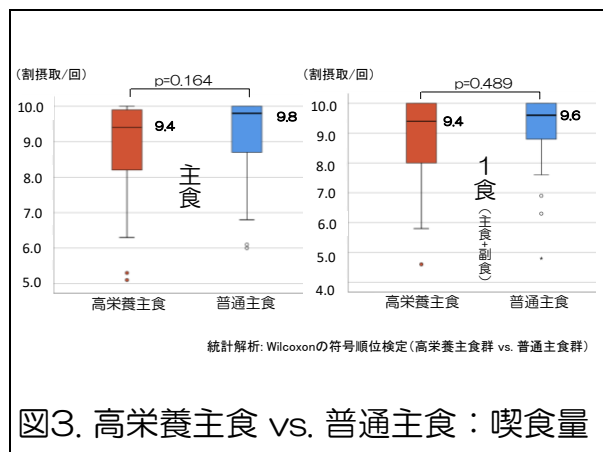
表2. 対象者属性

	Aパターン	Bパターン	p value
男/女 [人]	11 / 3	11 / 4	0.742
年齢 [歳]	66.0 (62.7, 75.2)	70.0 (64.0, 77.0)	0.303
BMI [kg/m ²]	17.6 (16.3, 20.1)	16.8 (15.8, 19.6)	0.419
COPD 急性肺炎 [人]	6 / 6 / 2	7 / 6 / 2	0.979
その他の呼吸器疾患			
食事回数	25.5 (21.7, 27.0)	26.0 (26.0, 27.0)	0.533
食事内容 [名]	常食 米飯120g: 2 軟菜食 全粥330g: 1 5分菜食 軟飯150g: 1	常食 米飯120g: 3 米飯200g: 8 軟菜食 軟飯150g: 1 5分菜食 軟飯150g: 1 嚥下移行食 全粥220g: 1	0.719

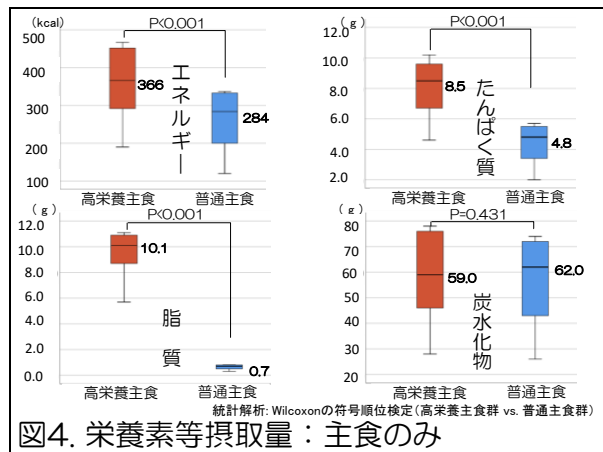
年齢、BMI、食事回数は中央値 (25%、75%タイル値) で表示。
統計解析: x 二乗検定 (性別、食事内容)、Mann-Whitney のU検定 (Aパターン vs. Bパターン)



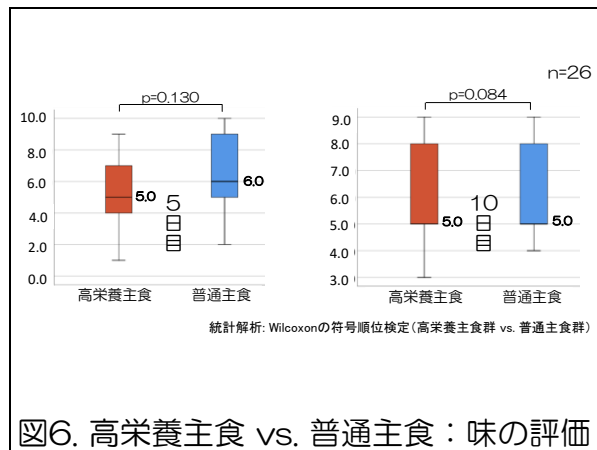
主食、1食(主食 + 副食)における喫食量の中央値は、いずれも9割を超える良好な結果であり、高栄養主食と普通主食の間に有意差を認めなかった(図3)。また、主食の違いによる喫食量を比較したところ、米飯(n=23)と軟飯・全粥(n=6)の喫食量は有意差を認めなかった(データ未提示)。



看護記録から算出した主食のエネルギー、たんぱく質および脂質摂取量は、普通主食に比較して高栄養主食で有意に高値であった(図4, 5)。



介入開始5日目と10日目に実施した主食の味に関するNRSは、2回とも回収可能であった26名について解析を行った。主食の味は、11段階評価で高栄養主食、普通主食ともに5点「ふつう」を超えていた。普通主食は高栄養主食に比較して評価点が高い傾向を認めたが、統計学的には差を認めなかった(図6)。なお、主食の違いによる味の評価について比較したところ、米飯(n=20)と軟飯・全粥(n=6)の間には差を認めなかった(データ未提示)。



【研究①、研究②のまとめ】

研究①では、入院患者に対する栄養補給の新たな手段として、主食の栄養量を強化した「高栄養主食」の開発を目的として、複数の試作レシピを用いて官能評価を行った。その成果として、我々は、一般臨床で用いられている既存レシピ(コントロール)に引けを取らない美味しいレシピの開発に成功した。さらに、強調すべきこととして、この高栄養主食のレシピは軟飯や全粥だけでなく、食品添加が難しいとされる米飯の栄養強化にも応用可能であることを、官能評価検査で検証することができた。

次に、研究②では、入院時に「軽度栄養障害」と判定された呼吸器疾患患者29名を対象に、オリジナルの高栄養主食の忍容性および有用性を、昼食

と夕食の主食内容を入れ替えるクロスオーバー比較試験で検討した。対象患者は、食感のマスクングが難しい米飯の高栄養主食を喫食した者が全体の80% (軟飯・粥等が20%) を占めた。高栄養主食の看護記録による喫食量は、9割と高い喫食率であり、味の評価点も普通主食と変わらない良好な結果であった。さらに、高栄養主食の摂取期間中におけるエネルギー、たんぱく質および脂質摂取量は普通主食に対し、それぞれ有意な増加を認め、その忍容可能性および有用性が確認された。

【オリジナルレシピの特徴】

先駆的な取り組みで、広く認知されている「熊リハパワーライス®」と、オリジナルレシピの大きな違いは「粉飴」の使用である。粉飴は、添加によるエネルギー量増加と、味の評価向上が期待できる反面、粘り・硬さの評価が低下することが懸念されたため、添加量を5gとした。デンプンを加水分解して得られる粉飴の甘味は、デンプンを咀嚼したときに生成されるマルトースの甘味と近く、主食の味を向上させることが可能であり、食感を損なわない程度(5g)の使用が、官能評価に好影響を与えたと考える。さらに、MCTオイルの使用量の一部を粉飴に置き換えたことにより、油っぽさ、べたつきを軽減したのではないかと考えている。

また、添加する乳清たんぱく質を5gへ増量したことで、研究②では、副食を含む1食当たりのたんぱく質摂取量の中央値が28.0gと、普通主食の摂取時に比較して有意に高値であった。これは、高齢者の骨格筋でたんぱく質合成を維持するために必要な25gを超えていた。

【オリジナルレシピ＝「高栄養3福主食」】

多くの病院や高齢者施設等で、栄養管理の充実に役立てていただきたいと考え、高栄養主食のレシピは、論文および福岡病院のホームページにおいて、広く情報公開している。さらに、インターネット等で容易に検索できるよう、2018年10月に『高栄養3福主食』として商標登録を行った(登録6090001)。

【高栄養3福主食の現状】

福岡病院では、一般病棟230床を高栄養主食の対象としている。呼吸器疾患患者以外に、外科(呼吸器外科)、リウマチ・膠原病内科、循環器内科の患者にも提供しており、毎月約1,100食(1食あたり10～15名)の患者が、米飯、軟飯、全粥など、様々な種類の高栄養3福主食を喫食している。

高栄養主食の導入にあたり、調理師の協力は不可欠である。福岡病院では、試作の段階から調理師を巻き込み、さらに研究①の官能評価でも調理師をメンバーに加えたことで、高栄養主食に対する理解が進み、スムーズに導入することができた。さらに、導入当初は症例数を絞り、徐々に対象を拡大したことで、最終的には1食あたり10～15名の、様々な種類の主食に対応することができるようになった。調理作業の効率化を図り、計量ミスを防止するため、MCTオイル、MCTパウダー、プロテインパウダー、粉飴のいずれも専用の計量スプーン摺り切り1杯が1人分となるよう調整した。

【今後の課題】

2018年に高栄養3福主食のレシピを開発して以降、複数の国立病院機構病院を中心に、高栄養3福主食が導入されているようである。さらに、独自の改良を加えている病院もあり、低栄養患者に対する高栄養主食の提供は拡大している。

一方で、高栄養主食の提供が、対象患者の栄養状態の改善に寄与しているのか、どのような効果があるのか、更なる調査が必要である。一般病院の平均在院日数が短縮している現状では、血清アルブミンや体重など中長期的な栄養指標の改善を確認できないまま退院となるケースが増えている。このため、多施設による大規模な調査により、研究期間の不足を補うことが必要であると考えられる。

【最後に】

今後解決すべき課題はあるものの、高栄養主食は患者の忍容性が高く、食事の量を増加せずとも摂取エネルギーを増やすことが可能である。このような特徴を生かし、複数の病院で様々な低栄養患者に提供されている。

皆様の施設に於いても、栄養管理の選択肢の一つとして、ぜひ、本レシピの導入についてご検討いただきたい。

<https://fukuoka.hosp.go.jp/wp-content/uploads/2020/02/koueiyouusyusyoku.pdf>

『高栄養3福主食』	
製品名	使用量
米飯・軟飯・粥など、どんな主食に混ぜても違和感なく栄養素等摂取量を増やせます。	エンジョイプロテイン® 5g
作り方	粉 飴 5g
① エンジョイプロテイン®、粉飴、MCTパウダー、をそれぞれ計量し、先に混ぜておく。	日清MCTパウダー 1.5g
② 計量した主食をボウルで攪拌して粗熱を取り、60℃程度まで冷ます。	日清MCTオイル 9g
③ ①の混合した粉末試料とMCTオイルを主食に混ぜる。	
④ 食器に盛り付けて冷蔵庫で加温する。	
<p>※ 米飯は、軟飯・粥と比較して水分量が少ないため、よく混ぜないと味や食感が低下します。均一に混合することで食感の低下を防止できます。</p>	

■長すぎる空腹時間の改善による血糖値の改善
～血糖値を急上昇させないチョコレートケーキ
の開発～

…医療法人社団 仁圭会 林外科病院 栄養科
龍野明子



[はじめに]

血糖は、摂取食品中の炭水化物(糖質)量や、空腹時のグルカゴンの分泌など様々な要因により上昇する。また、長すぎる空腹はその後の食後血糖に悪影響を及ぼす。そこで、長すぎる空腹時間を改善する間食に適した食品として、血糖値を急上昇させない一般のケーキに劣らぬ美味しいチョコレートケーキを開発するに至った。

[材料選択]

材料には血糖値を急上昇させにくい食材を選んだが、食材選定で一番工夫を要したのは小麦粉の代わりとなる食材の決定であった。まず、小麦粉の代わりとして米糠を選んだが、焼き上がり2日以内は香りも食感も一般のケーキに劣る事が無く問題は起こらなかったが、3日目以降からは独特の臭いとボソボソの食感が起こり急激な味の劣化が起こった。

次に、同様に血糖値を急上昇させない食材である黄粉で試作したが、独特の香りと強い味がチョコレートには適さなかった。その後、山形県鶴岡市にて孟宗汁の作り方を知る機会があり、孟宗汁の材料である酒粕と味噌と同様に、米糠と黄粉も同量配合した場合、お互いの癖を消し合う作用が起こるのではないかと考え、米糠と黄粉を同量配合し試作したところ、米糠での焼き上がり同様に味よく、黄粉の香りも強い主張が無くなった。更に、常温で3日以上経過しても、冷凍で半年経過しても味や香りに変化なく保てる事が判った。食材として米糠を選んだ理由は、玄米に含まれる成分「 γ (ガンマ)-オリザノール」に膵臓の β 細胞の減少を抑えインスリンの分泌を促進し血糖値を下げる効果があるとされている事、玄米と精白米では玄米の方が血糖を急上昇させにくい事、栄養価的にも優れている事などである。また、次に黄粉を材料選択した理由は、原料が蛋白

質の多い大豆なので血糖値の急上昇が起こらない事、黄粉には食物繊維・蛋白質・カリウム・マグネシウム・鉄分・亜鉛・葉酸・大豆オリゴ糖・サポニン・イソフラボン等の血糖値改善に役立つ栄養が多い為である。その他の材料には、卵・マーガリン・マルチトール甘味料・ノンシュガーチョコレート・生クリーム・マルチトールジャム・ウイスキー等を選んだ。食後血糖を急上昇させるのが炭水化物(糖質)である事から、炭水化物(糖質)の少ない食材を選ぶ事にした。また、ケーキ作りには欠かせない甘味料には、試作時に複数の甘味料商品を比較した上で、一番ケーキ生地に混ぜ易く、焼き上がりが綺麗であったマルチトール甘味料を用いた。同じくマルチトールを甘味料に使用して味の良いノンシュガーチョコも材料に用いた。また、このノンシュガーチョコについては、糖尿病患者の試食前後の血糖測定試験を間食時に行ったが、血糖値の急上昇は起こらなかった。

[材料]

100g 中の栄養成分:359kcal, 蛋白質 7.8g, 脂質 33.1g, 炭水化物 12.2g, 塩分 0.2g

ケーキ部(米糠 40g, 黄粉 40g, マーガリン 80g, マルチトール粉末甘味料 80g, 卵 80g, ベーキングパウダー4g, バニラオイル 0.5g). シロップ部(マルチトール液状甘味料 100cc, ウイスキー10cc). ジャム部(マルチトールジャム). ガナッシュクリーム部(動物性生クリーム 100cc), ノンシュガーチョコレート 100g.

[作り方]

米糠と黄粉とベーキングパウダーを合わせ、3回ふるいにかける。焼型から取り出し易いように型の内側にはクッキングシートなどを敷いておく。マーガリンにマルチトール粉末甘味料を加えて木ベラで攪拌し、溶いた卵液を数回に分けて加えながら更に攪拌し、空気を入れるようなイメージで白っぽくなるように攪拌する。そこに米糠と黄粉とベーキングパウダーを加えて、木ベラで切るように混ぜる。更にバニラオイルも加えて、なめらかになるまで混ぜる。型に流し入れ、生地の中の大きな気泡を潰す(型を30cm程度の高さから数回落下させる等の方法が効果的)。200℃のオーブンで10分焼き、160℃に温度を下げて20分焼き、串等を刺して焼き具合を確認する(串をケーキに刺しても付着物が無ければ焼き上がり。付着物が無くなるまで焼く事)。ケーキが焼き上がったら、型のまま30cm程度の高さから一

度落下させて焼き縮み防止を行った後、型から外し、清潔なタオルかペーパータオルで包み、余分に水分が飛ばぬよう注意する事。次に、シロップを塗り、切り口にはマルチールジャムを薄く塗る。生クリームを温め（沸かさない事）、適当に細かくしたノンシュガーチョコを2回に分けて加える。この時、できるだけ空気を入れないように注意して攪拌する。また、水滴なども入らぬように注意する事。ケーキの切り口にガナッシュクリームを塗った後、残りのガナッシュクリームをケーキ全体にかけるようにしてケーキ全体に塗る。この時、できるだけ表面のガナッシュクリームに触れないようにして、表面にツヤツヤ感を出す。ケーキ表面のガナッシュクリームが固まったら、同じく表面には触れぬように注意しながらラップかビニール袋で覆い、冷凍庫へ入れる。（最後に冷凍庫に入れる事は保存の目的では無く食味の為の調理工夫である）

[食味試験]

(研究対象者)

ヘルシンキ宣言に則り、同意が得られた医師・看護師・調理師・栄養士等の病院スタッフ 30名に対し、試作品の試食後に自由な感想を求めた。

(結果)

試食後の自由な感想は以下の通り、美味しいという好意見を得る事ができた。尚、作りたてのケーキで試食を行った際、「前回（冷凍後）のケーキの方が美味しい」という意見があり、同じケーキを冷凍し再試食した結果、前回同様の味として好評を得た為、この配合のケーキは一度冷凍した方が美味しくなる事が判った。

(試食後感想)

- ・市販されている血糖値が上がらないケーキは食べ上がりに変な臭いがし、クッキーはバサバサで口の中の水分が奪われて嫌だけど、このケーキは甘くて、しっとりしていて普通のケーキと変わらない味でとても美味しい。
- ・まだ口の中が甘くて幸せである
- ・小麦粉以外の材料で作られているとは思えない（この意見が多数を占めた）
- ・普通に美味しいケーキである
- ・この食感で冷凍庫から出したばかりなのは驚きである
- ・一口味見したら普通量が食べたくて、糖尿病じゃないけど試験対象者になりたい
- ・前回のケーキの方が美味しい（前回分は冷凍していたが、当日の試食品は冷凍していなかった）

(考察)

このケーキは、血糖値を急上昇させないという目的に沿った材料で作成したが、時間が経過しても、甘く柔らかで濃厚な、一般のケーキに劣らぬ味のケーキが作れた事が分かった。また、食味試験の結果から、試作品は冷凍する事で時間を置かずにしっとりとした食味が得られる事が判った。そして、このケーキは長期間冷凍保管しても、数分間の常温放置で柔らかく食べられる事が判った。また、この配合で試作したケーキは、冷凍しても、数分間の常温放置で柔らかく美味しく食べられると喜ばれた事から、解凍時間がかからない事が判った。 目的通りの食味試験結果が得られたので、次に機能性についての確認試験を行う事とした。

[開発品の試食前・後の血糖測定試験]

(対象者)

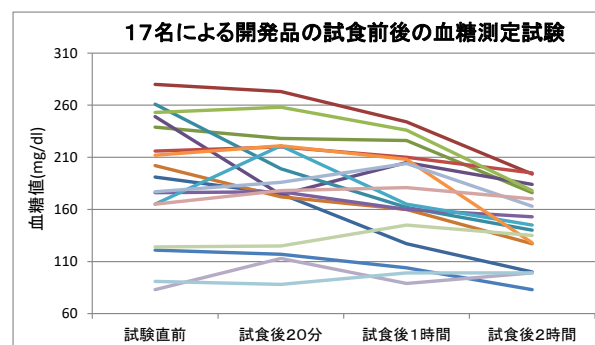
ヘルシンキ宣言に則り試験の目的・方法・得られる結果について十分な説明を行い、同意が得られた糖尿病患者 17名（男性 16名・女性 1名）

(方法)

昼食後 1～3 時間に対象者が開発品を試食。試食前・後（20分・1時間・2時間）の血糖を測定。血糖値測定には自己血糖測定器（ブリーズ2）を使用し、専用の穿刺を用い、得られた少量の血液を血糖値の測定に用いた。

(結果)

開発品試食前・後の対象者 17名の血糖測定を行ったところ、試食後血糖の上昇は最高で+56mg/dlだった。全ての試験結果を図にまとめると試験直前は幅広く拡散していた各々の血糖値は、試食後 2 時間には、幅狭く近づき凝集している。全体的には試食前に比べ試食後の血糖値の方が安定しているようにも見える。



[開発品の「kcal量(重量)」違いの血糖値確認]

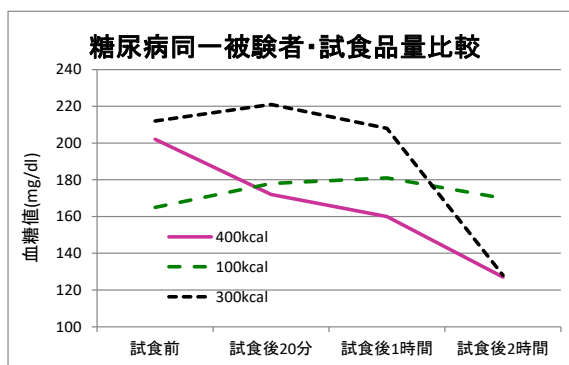
(対象)

ヘルシンキ宣言に則り試験の目的・方法・得られる結果について十分な説明を行った糖尿病患者(男性)1名

(方法)非連続の三日間、昼食後1~3時間の同一糖尿病患者に、100kcal・300kcal・400kcalの同一開発品を用意し、試験1と同様の方法で血糖値を測定。

(結果)

100kcal・300kcalの試食後血糖値は+15mg/dl未満で上昇し下降したのに対し、400kcalでは一度も上昇しなかった。



(考察)

糖尿病において回避したいのは食後血糖値の急上昇である。しかし、どの程度の上昇を糖尿病に至る血糖値の急上昇と呼ぶのか、基準とされる数値を見出す事ができなかった。そこで、血糖値の急上昇は非糖尿病患者では起こらず糖尿病患者に起こる事から、糖尿病型の診断基準から急上昇と呼べる数値を推測する事にした。糖尿病型の診断基準は、空腹時血糖(10時間以上水以外の食べ物を摂取しない)で126mg/dl以上、食後2時間血糖で200mg/dl以上とされる。それら診断基準から血糖値の急上昇を考えると、空腹時血糖126mg/dlは短時間または2時間以内に200mg/dl以上に上昇し、2時間後も200mg/dl以上である事が推測される。そこで、200mg/dlと126mg/dlの差分である74mg/dl以上の上昇を「急上昇」と仮に考える。そこに、痩せ型で、糖尿病の家族歴が無く、糖尿病型や境界型や耐糖能異常などの血糖値異常に関する診断をされた事が一度も無い被験者(年1回以上の健診を受診する40代女性)の、バランスが取れた食事と偏った食事の食後血糖測定試験結果の中で、食後血糖の最高上昇値が+59mg/dlであった事

を考え合わせると、少なくとも+60mg/dl未満の上昇は糖尿病型特有の血糖値の急上昇とは呼べないと考えられる。試験結果を見ると、対象者の中で試食後20分の血糖が上昇した者は9名。内、血糖の上昇が+5mg/dl以下の者が4名、+10mg/dl未満の者が2名、+30mg/dlの者が1名、+56mg/dlの者が1名。また、20分後血糖よりも1時間後血糖の方が高かった者は4名。内、血糖の上昇が+3mg/dlの者が1名、+20mg/dl以下の者が3名。そして、1時間後血糖よりも2時間後血糖の方が高かった者は+10mg/dlの者が1名。試食前から試食後2時間に血糖が上昇していた者は4名。内、血糖の上昇が+10mg/dl未満2名、+20mg/dl未満2名であった。いずれも+60mg/dl以上の血糖値の上昇が無い事から、この開発品を糖尿病患者が間食時間に試食しても血糖値の急上昇は起こらなかったと言える。その事から、この開発品と同等の食品を間食時に摂取しても治療や病状に悪影響を与えないと言える。更に、試食後2時間の各々の血糖値幅は基準値に近づき全体的に幅を狭めている事から、血糖値を急上昇させない食品を間食時に食べる事は糖尿病患者の血糖値を安定化させると言える。

[結論]

試食後に血糖値の急上昇は起こらず、試食摂取量と血糖値の上昇にも関連性がない為、糖尿病患者がこの開発品を間食時に摂取しても治療の妨げにはならないと言える。また、規則的な間食時間に血糖値を急上昇させない食品を摂取する習慣には、血糖値推移を安定化させる可能性がある。その習慣は糖尿病患者の栄養状態の改善にも繋がると考えられる。以上の結果から、この開発品は、糖尿病患者に安心して贈れる美味しいチョコレートケーキであると言える。

