

数兆個の腸内細菌のための食事 -くるみがマイクロバイオームに与える力

Hannah D. Holscher, PhD, RD, FASN

栄養学准教授

食品科学・人間栄養学部門

栄養科学部門

カール・R・ウーズ遺伝学生物学研究所

国立スーパーコンピュータ応用センター

パーソナライズド・ニュートリション・イニシアティブ

イリノイ大学アーバナ・シャンペーン校



Nutrition & Human
Microbiome Laboratory

Eメール : hholsche@illinois.edu





概要

1

腸内マイクロバイオーーム

2

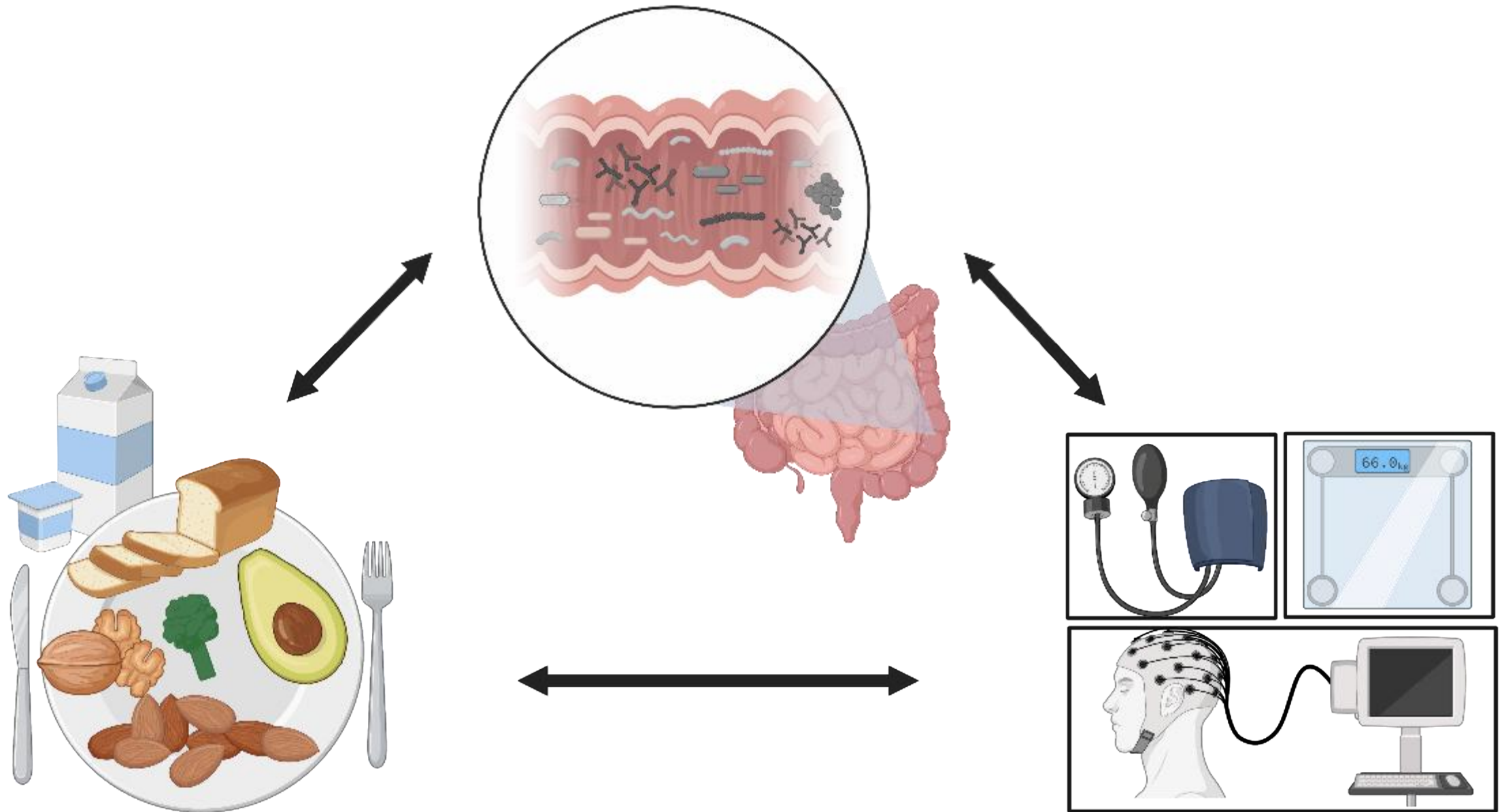
くるみとマイクロバイオーームの関係

3

実践的なヒント



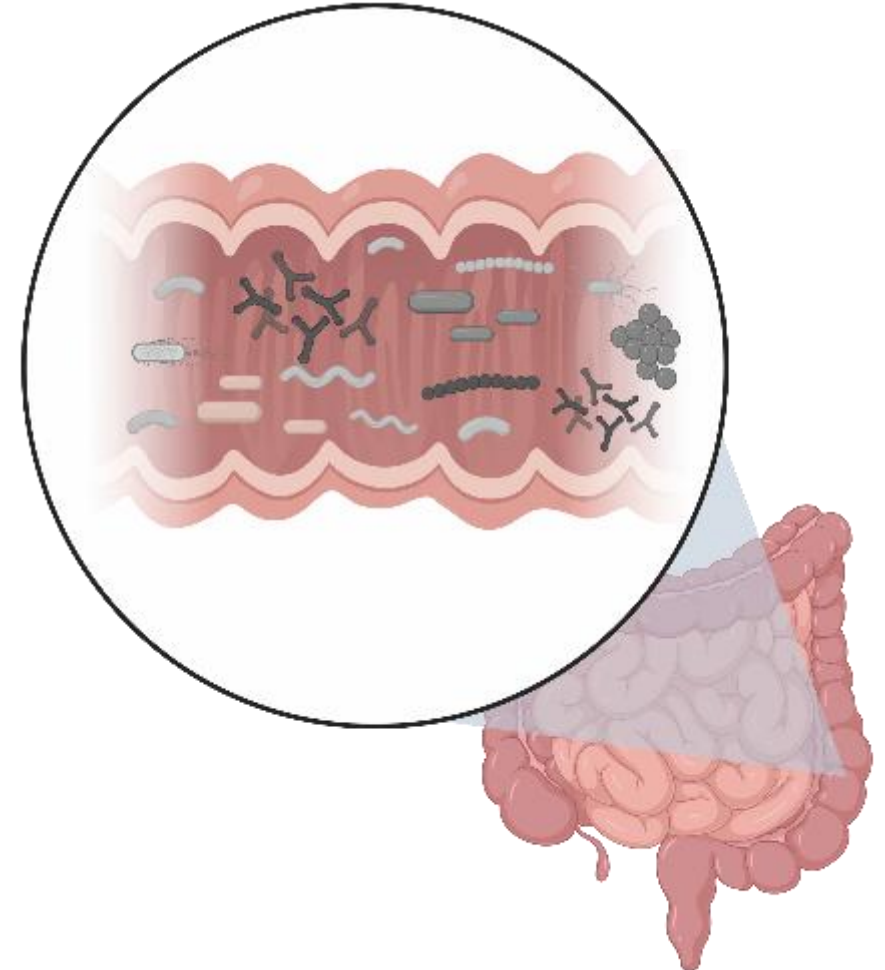
食事、腸内マイクロバイオーム、健康





マイクロバイオータ – 微生物の集合体

マイクロバイオーム – 微生物のゲノムの集合体



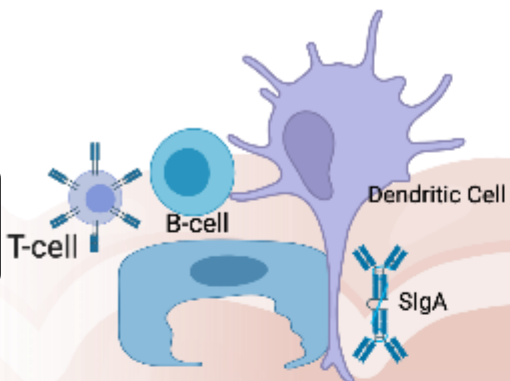


腸内マイクロバイオームの機能

腸内マイクロバイオームは、免疫機能および代謝機能を通じて宿主の健康に寄与しています。

免疫

免疫グロブリンA
T細胞



防御

抗菌剤
pHの低下
バリア機能

バクテリア

代謝

発酵基質
ビタミンを合成する



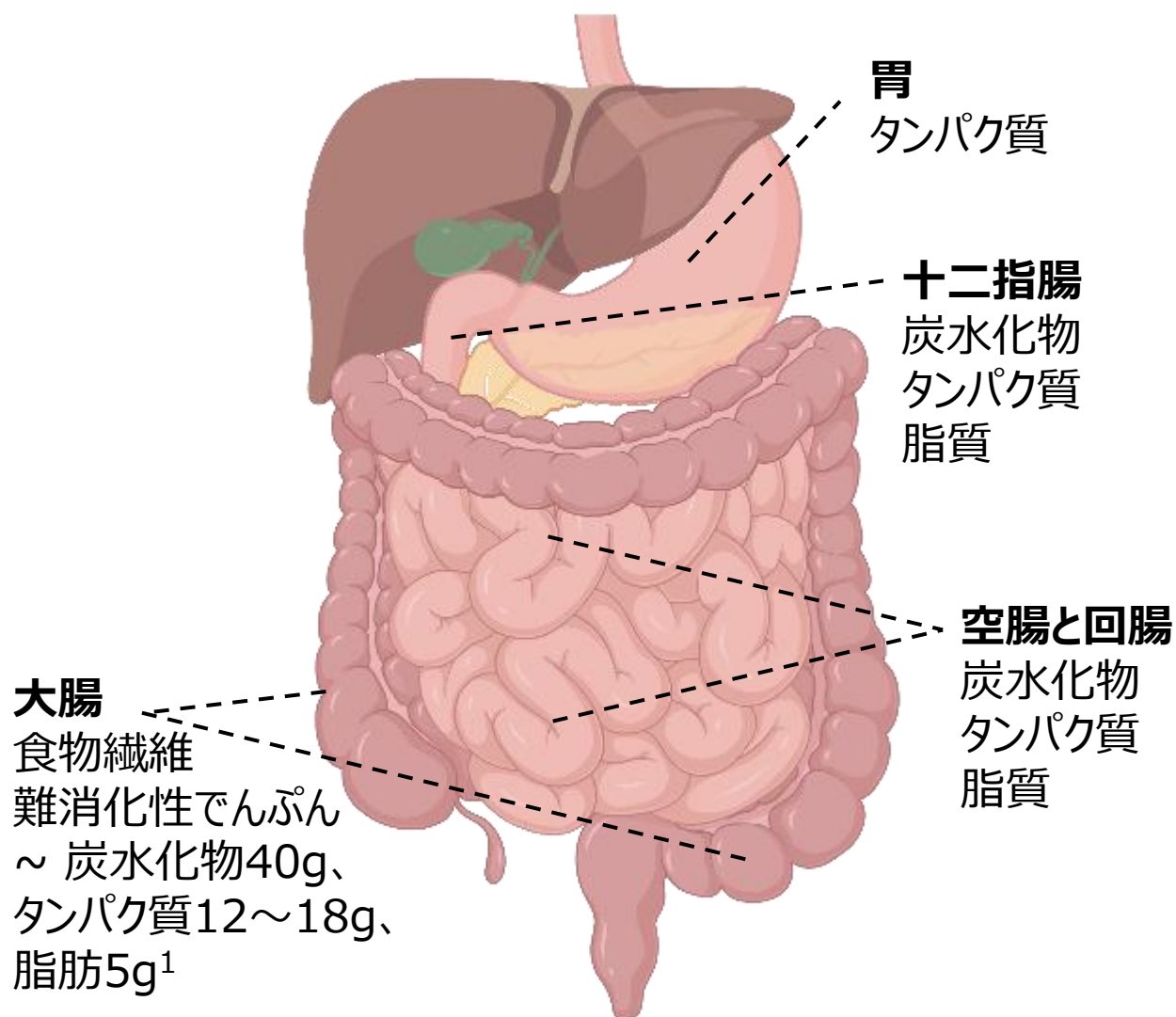
GPCR



barrier function



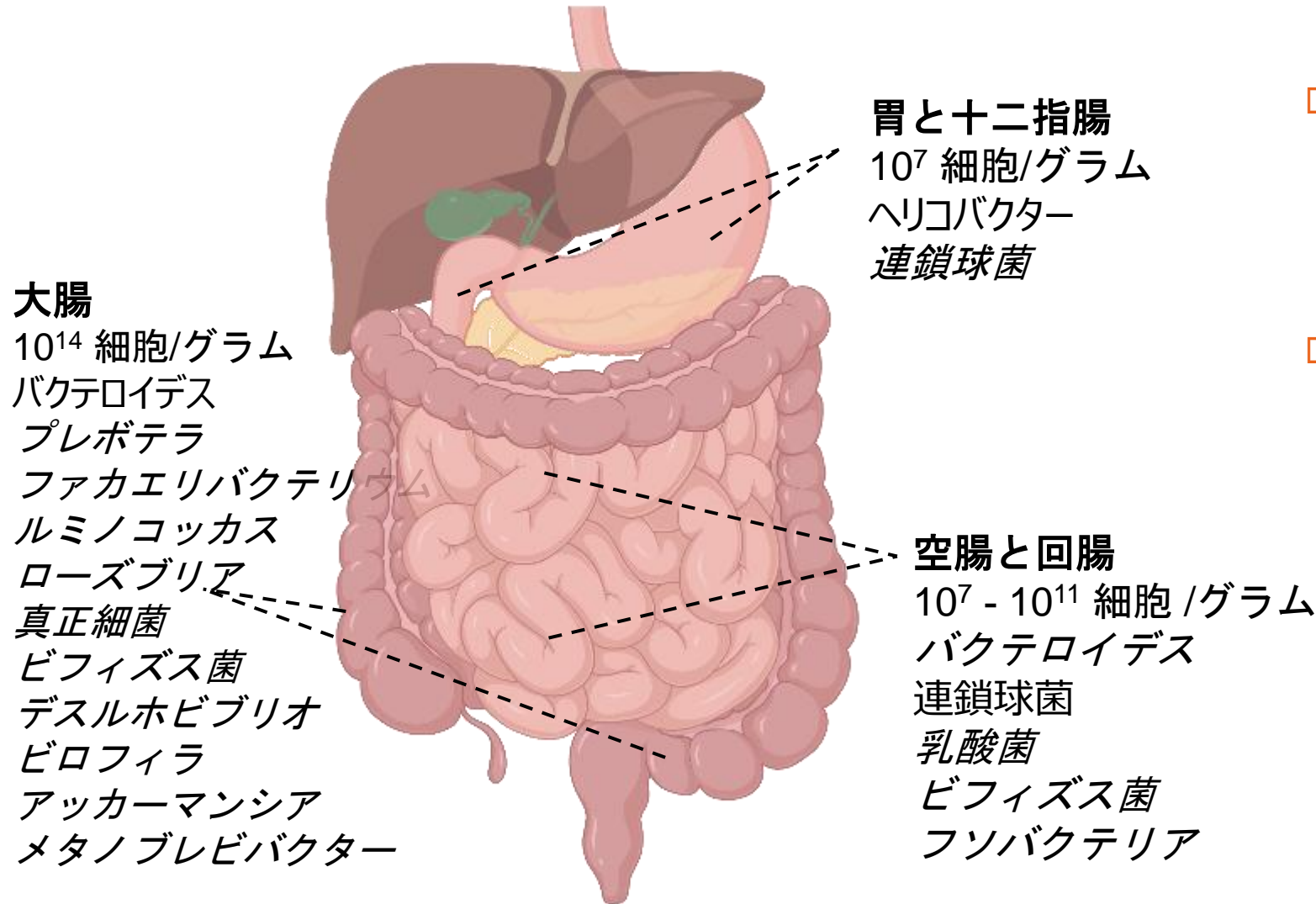
食事、腸内マイクロバイオーム、健康



- 食事の構成は、**消化、吸収、通過時間**に影響を与えます。



食事、腸内マイクロバイオーム、健康



- 食事の構成は、**消化、吸収、通過時間**に影響を与えます。
- 食事は腸内マイクロバイオータに**栄養**を与えます。



くるみ



食物繊維

腸内微生物は消化されな
かった食物成分を代謝し
ます。



栄養成分表示

1食1オンス (28 g / 約1/4カップ)

エネルギー 190

標準栄養成分%

脂質 18g 23%

飽和脂肪酸 1.5g 8%

多価不飽和脂肪酸 13g

一価不飽和脂肪酸 2.5g

コレステロール 0mg 0%

ナトリウム 0mg 0%

炭水化物 4g 7%

食物繊維 2g 7%

糖質 1g

加糖0gを含む 0%

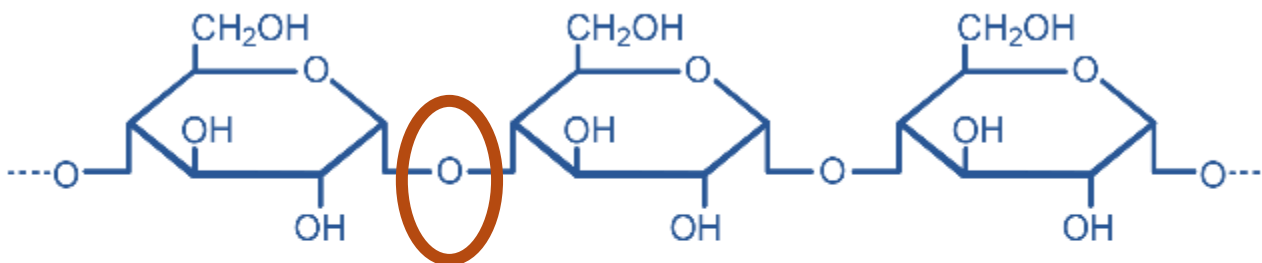
タンパク質 4g

ビタミンD 0mcg 0% カルシウム30mg 2%

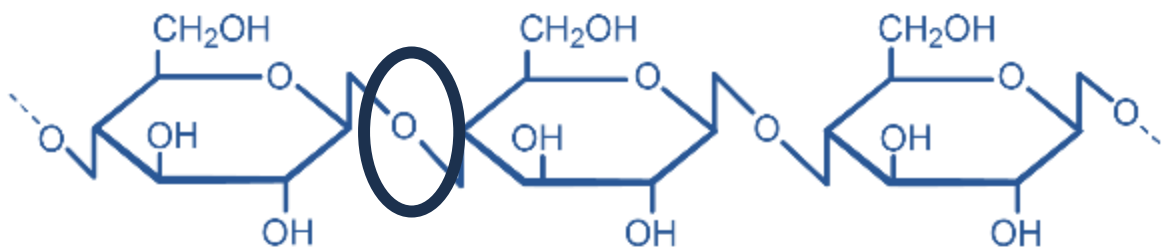
鉄 0.8mg 4% カリウム 130mg 2%



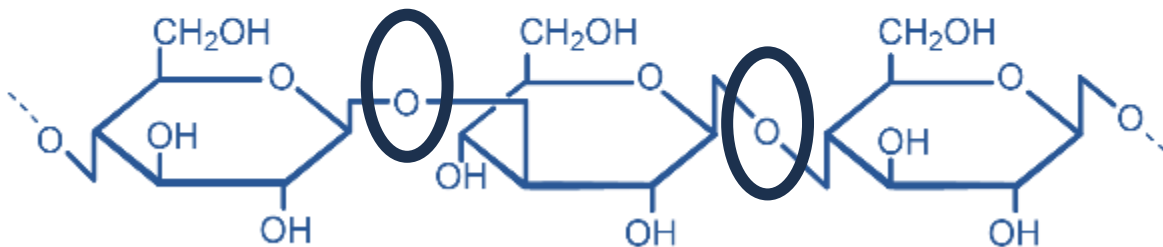
食物繊維：腸内微生物の栄養素



アミロース： α -1,4グルコシド結合



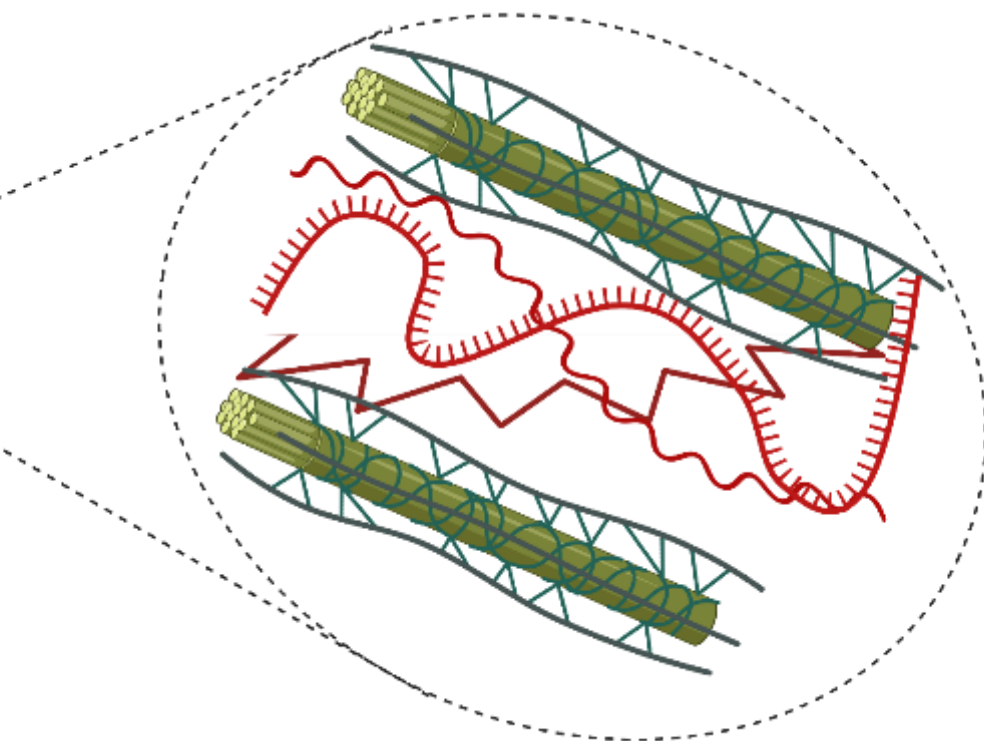
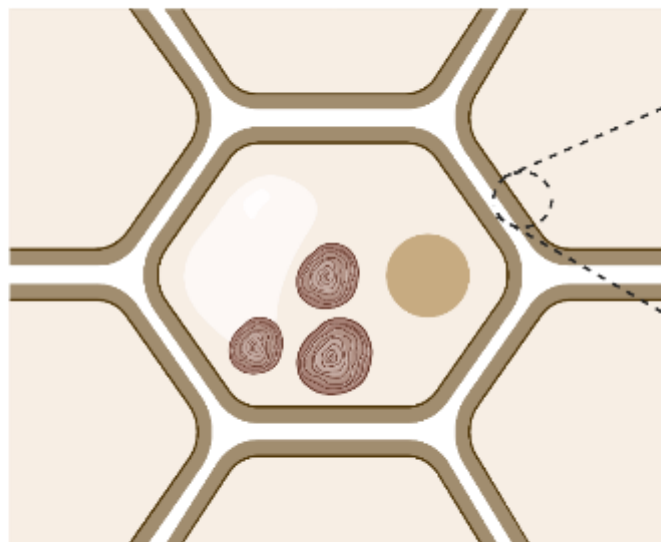
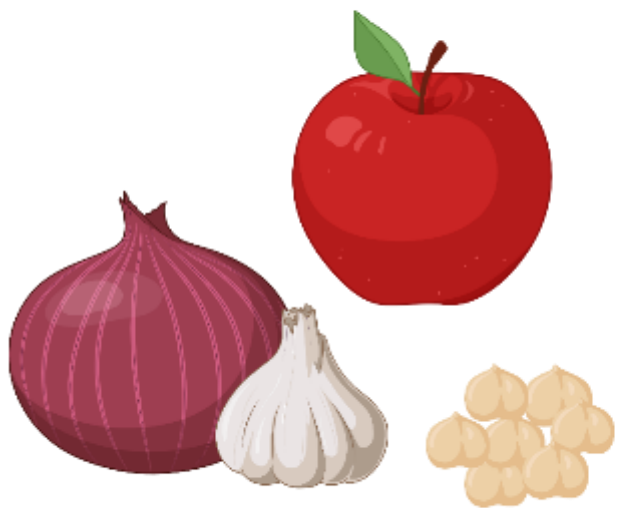
セルロース： β -1,4グルコシド結合






β -グルカン： β -1,3と β -1,4の混合グルコシド結合






食品中の食物繊維



Insoluble Fibers

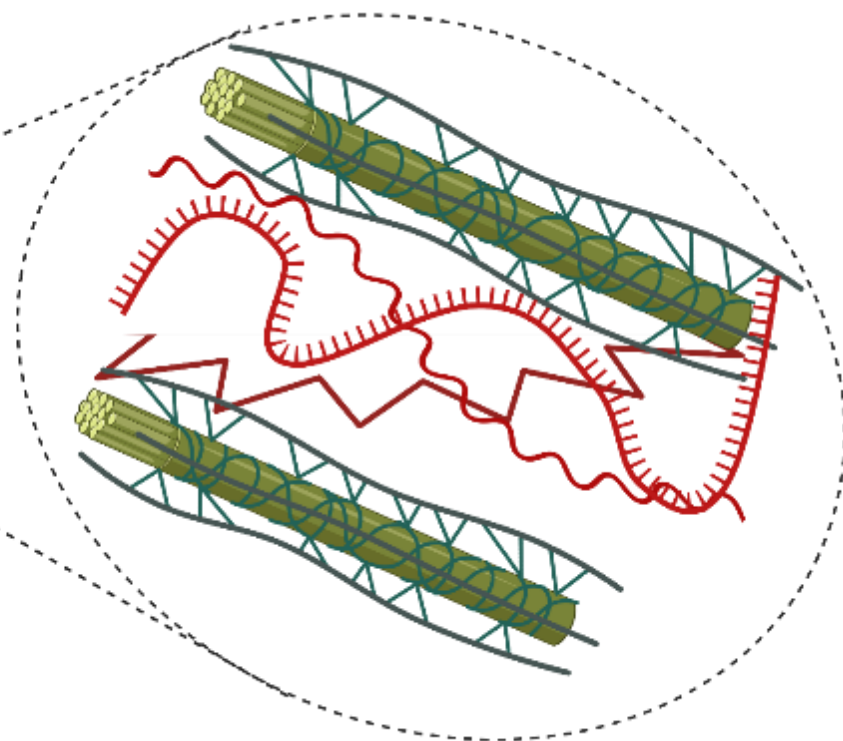
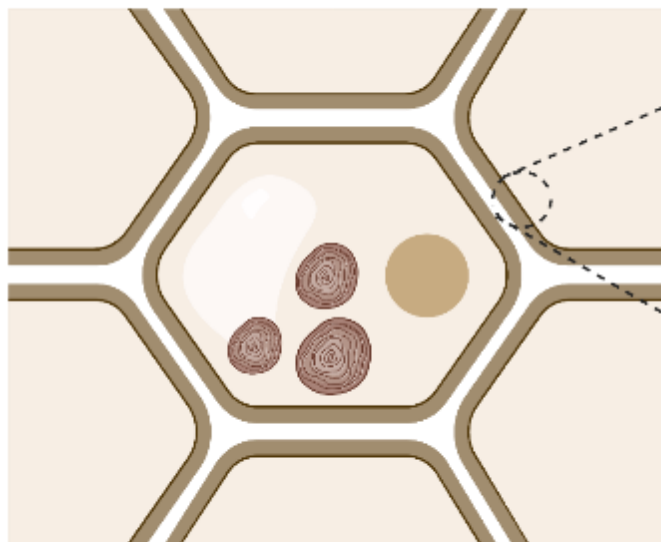
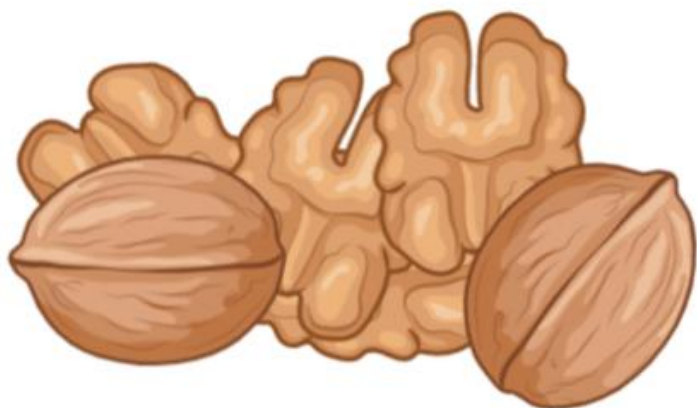
-  Cellulose
-  Hemicellulose
-  Lignin

Soluble Fibers

-  Pectin
-  Fructan
-  Gums¹¹



くるみに含まれる食物繊維



Insoluble Fibers



Cellulose



アラビノキシラン



Lignin

Soluble Fibers



Pectin

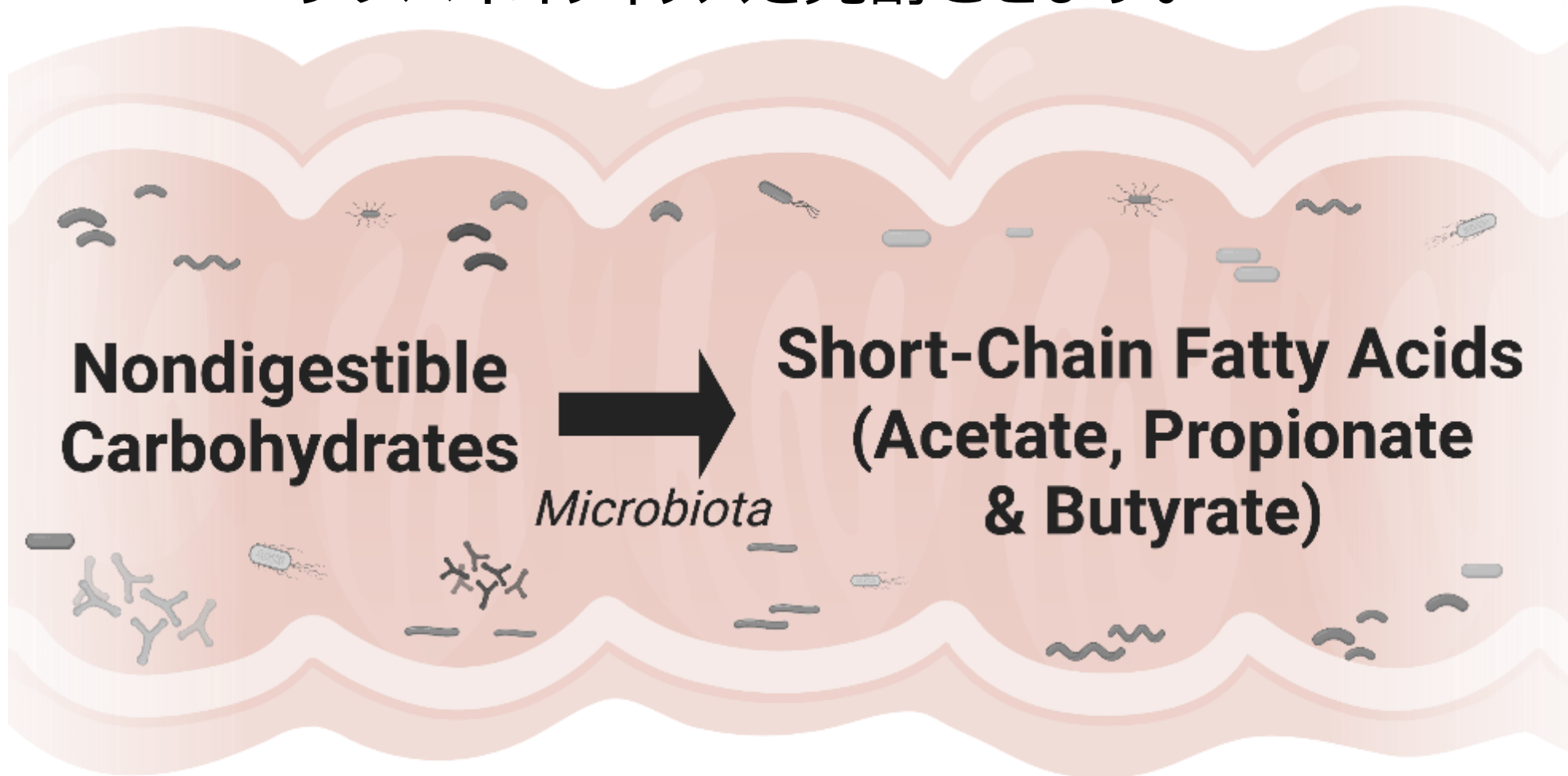


β -グルカン



腸内微生物の栄養補給

微生物は炭水化物、食物繊維、難消化性でんぷん、プレバイオティクスを発酵させます。





食物繊維

腸内微生物は**食物繊維**
を**短鎖脂肪酸 (SCFA)**
に代謝します。



栄養成分表示

1食1オンス (28 g / 約1/4カップ)

エネルギー **190**

標準栄養成分%

脂質 18g 23%

飽和脂肪酸 1.5g 8%

多価不飽和脂肪酸 13g

一価不飽和脂肪酸 2.5g

コレステロール 0mg 0%

ナトリウム 0mg 0%

炭水化物 4g 7%

食物繊維 2g 7%

糖質 1g

加糖0gを含む 0%

タンパク質 4g

ビタミンD 0mcg 0% カルシウム30mg 2%

鉄 0.8mg 4% カリウム 130mg 2%



脂質

腸内微生物は消化されなかった食物基質を代謝します。



栄養成分表示

1食1オンス (28 g / 約1/4カップ)

エネルギー 190

標準栄養成分%

脂質 18g 23%

飽和脂肪酸 1.5g 8%

多価不飽和脂肪酸 13g

一価不飽和脂肪酸 2.5g

コレステロール 0mg 0%

ナトリウム 0mg 0%

炭水化物 4g 7%

食物繊維 2g 7%

糖質 1g

加糖0gを含む 0%

タンパク質 4g

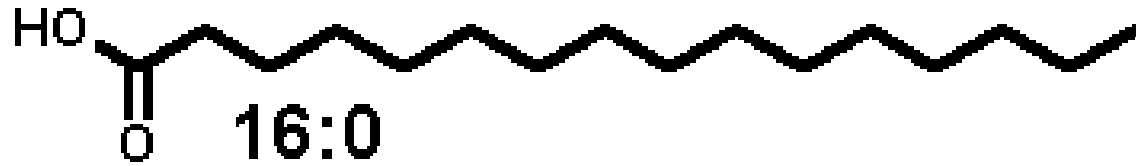
ビタミンD 0mcg 0% カルシウム30mg 2%

鉄 0.8mg 4% カリウム 130mg 2%

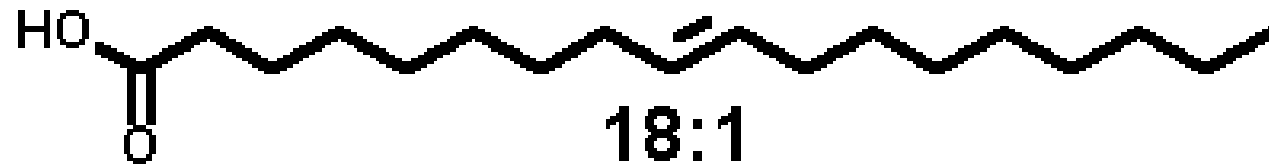


脂肪酸

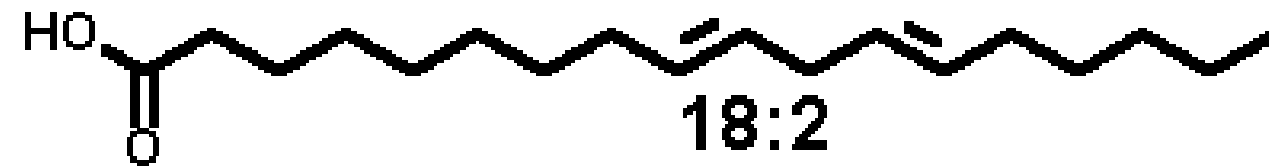
□ 飽和脂肪酸 (SFA)



□ 一価不飽和脂肪酸 (MUFA)

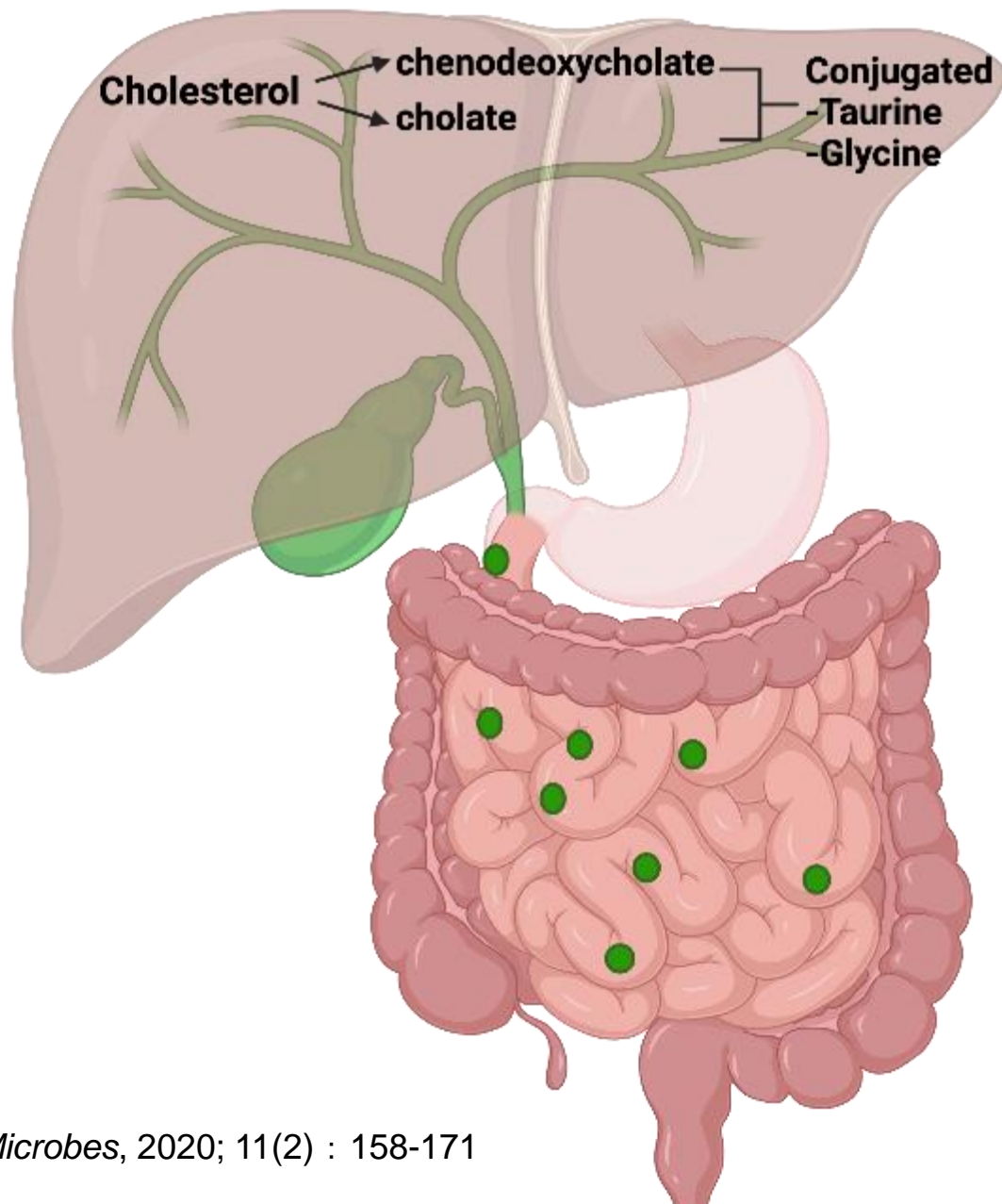


□ 多価不飽和脂肪酸 (PUFA)

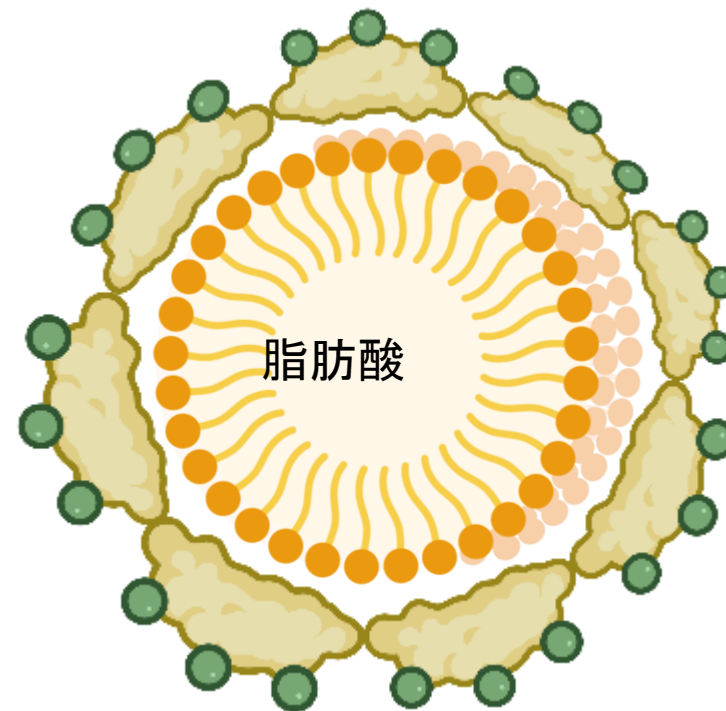




胆汁酸は脂肪酸を乳化する

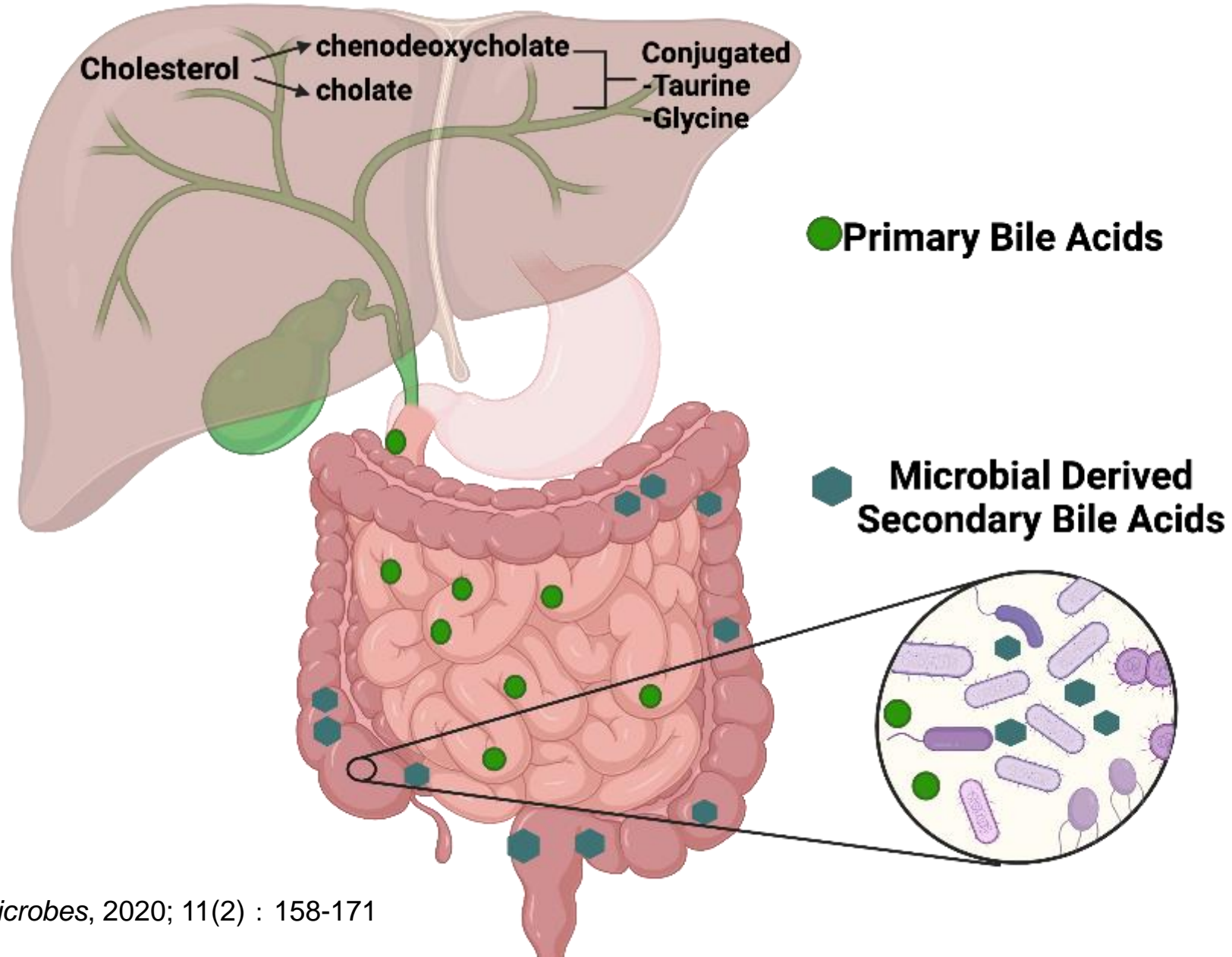


● Primary Bile Acids





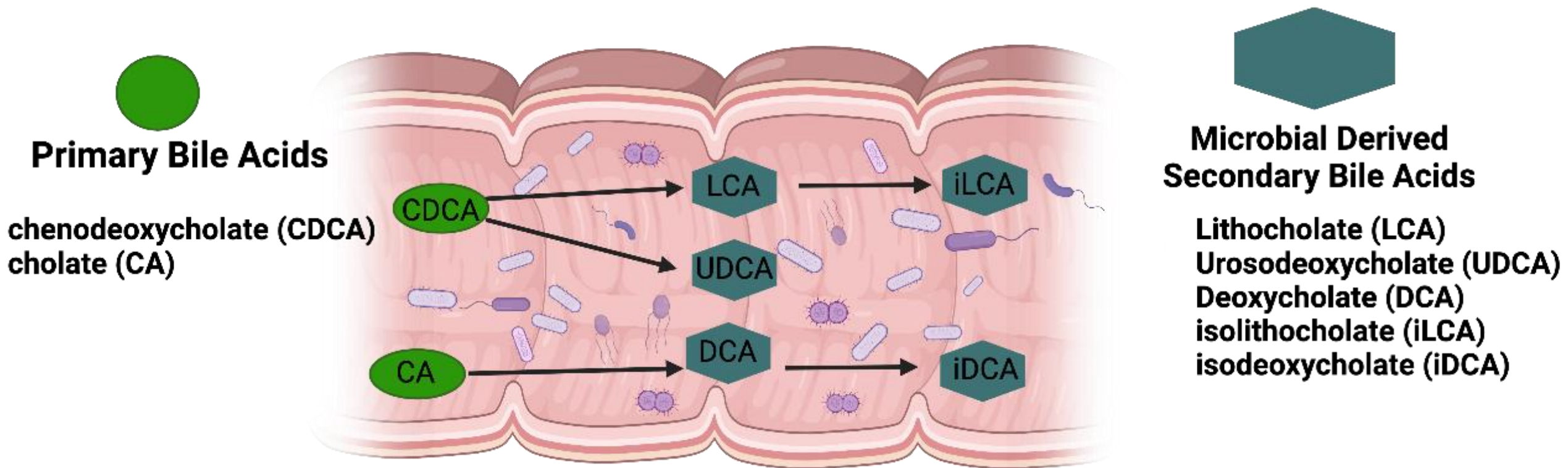
マイクロバイオータは胆汁酸を生体変換する





胆汁酸の生体変換

微生物は宿主由来の一次胆汁酸を代謝して、二次胆汁酸を生成します。





脂質

不飽和脂肪酸は、微生物由来の炎症促進性二次胆汁酸を減少に役立つ可能性があります。



栄養成分表示

1食1オンス (28 g / 約1/4カップ)

エネルギー 190

標準栄養成分%

脂質 18g 23%

飽和脂肪酸 1.5g 8%

多価不飽和脂肪 13g

一価不飽和脂肪 2.5g

コレステロール 0mg 0%

ナトリウム 0mg 0%

炭水化物 4g 7%

食物繊維 2g 7%

糖質 1g

加糖0gを含む 0%

タンパク質 4g

ビタミンD 0mcg 0% カルシウム30mg 2%

鉄 0.8mg 4% カリウム 130mg 2%

ポリフェノール

腸内微生物は消化されなかった食物基質を代謝します。



栄養成分

サービングサイズ 1 oz (28 g/ 約1/4カップ)

カロリー 190

デリーバリュー

総脂肪 18g 23%

飽和脂肪 1.5g 8%

多価不飽和脂肪 13g

一価不飽和脂肪 2.5g

コレステロール 0mg 0%

ナトリウム 0mg 0%

総炭水化物 4g 7%

食物繊維 2g 7%

全糖類 1g

加糖0gを含む 0%

タンパク質 4g

ビタミンD 0mcg 0 カルシウム30mg 2

鉄 0.8mg 4 カリウム 130mg 2



ポリフェノールの生体変換

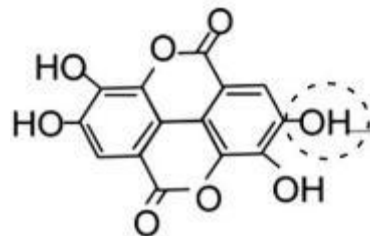
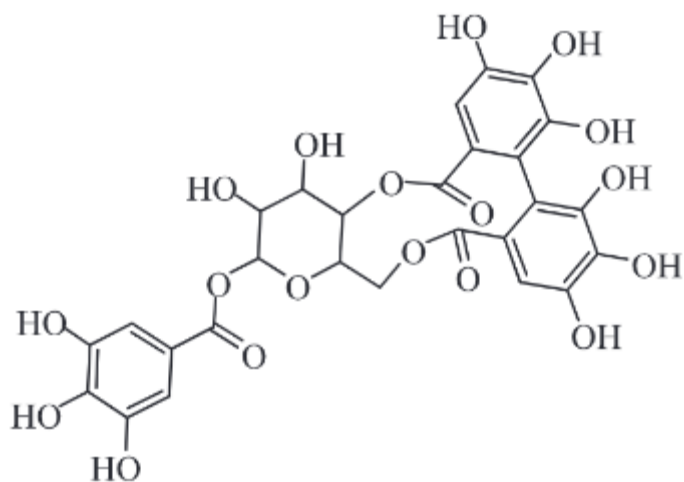


消化酵素

エラギタンニン



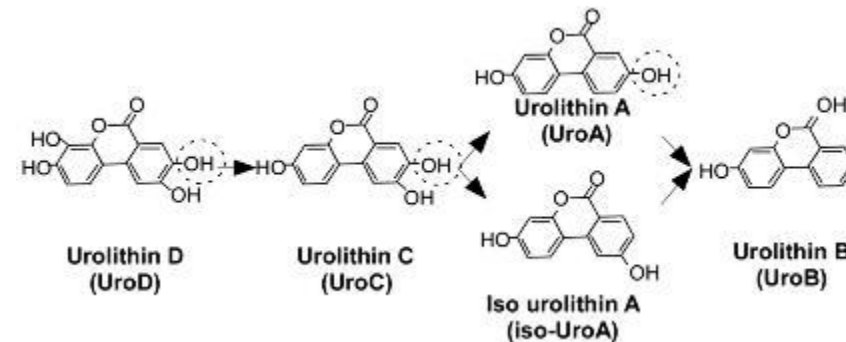
エラグ酸類



微生物代謝



ウロリチン





ポリフェノール

腸内微生物がエラギタンニンと
エラグ酸を代謝して、生理活性
を持つ**ウロリチン**を生成します。



栄養成分

サービングサイズ 1 oz (28 g/ 約1/4カップ)

カロリー **190**

デリーバリュー

総脂肪 18g 23%

飽和脂肪 1.5g 8%

多価不飽和脂肪 13g

一価不飽和脂肪 2.5g

コレステロール 0mg 0%

ナトリウム 0mg 0%

総炭水化物 4g 7%

食物繊維 2g 7%

全糖類 1g

加糖0gを含む 0%

タンパク質 4g

ビタミンD 0mcg 0 カルシウム30mg 2

鉄 0.8mg 4 カリウム 130mg 2



くるみと微生物の代謝産物

栄養成分表

1食1オンス (28g / 約1/4カップ)

エネルギー **190**

標準栄養成分%

脂質 18g 23%

飽和脂肪酸 1.5g 8%

多価不飽和脂肪酸 13g

一価不飽和脂肪酸 2.5g

コレステロール 0mg 0%

ナトリウム 0mg 0%

炭水化物 4g 7%

食物繊維 2g 7%

糖質 1g

加糖0gを含む 0%

タンパク質 4g

ビタミンD 0mcg 0% カルシウム30mg 2%

鉄 0.8mg 4% カリウム 130mg 2%

食物繊維 → ↑ SCFA

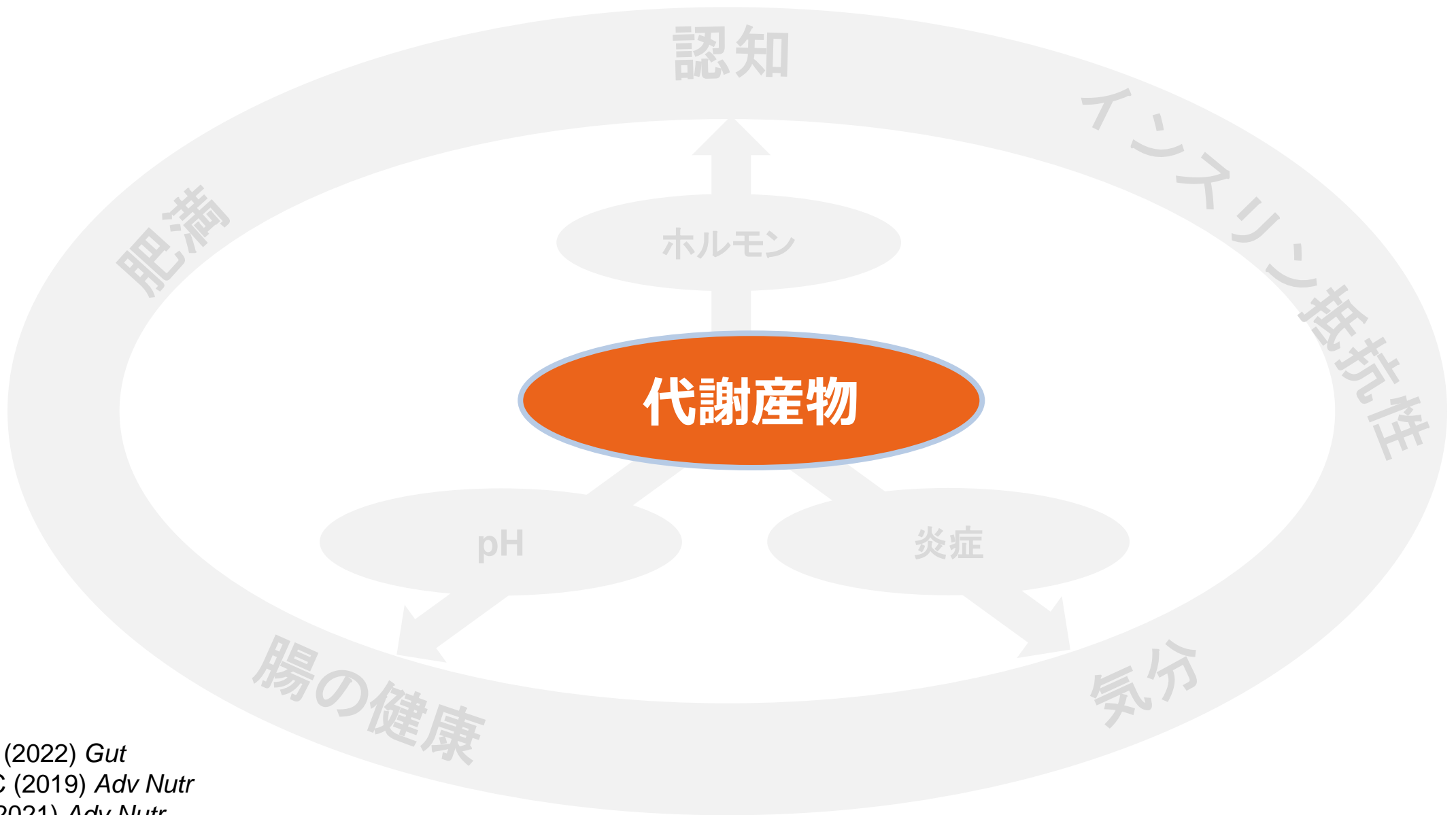
不飽和脂肪酸 → ↓ 二次胆汁酸

エラギタンニン → ↑ ウロリチン



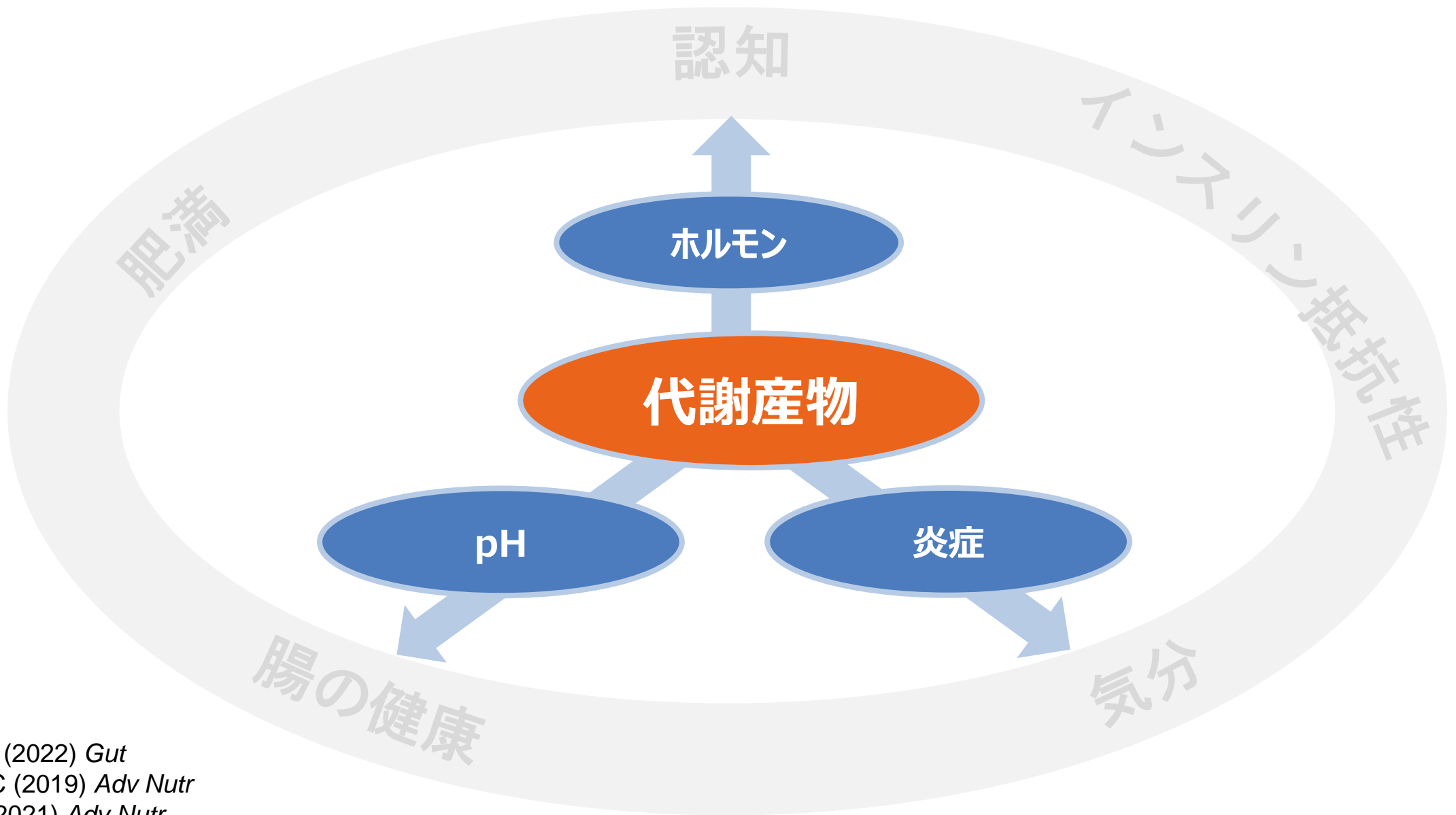


微生物の代謝物は健康に影響する



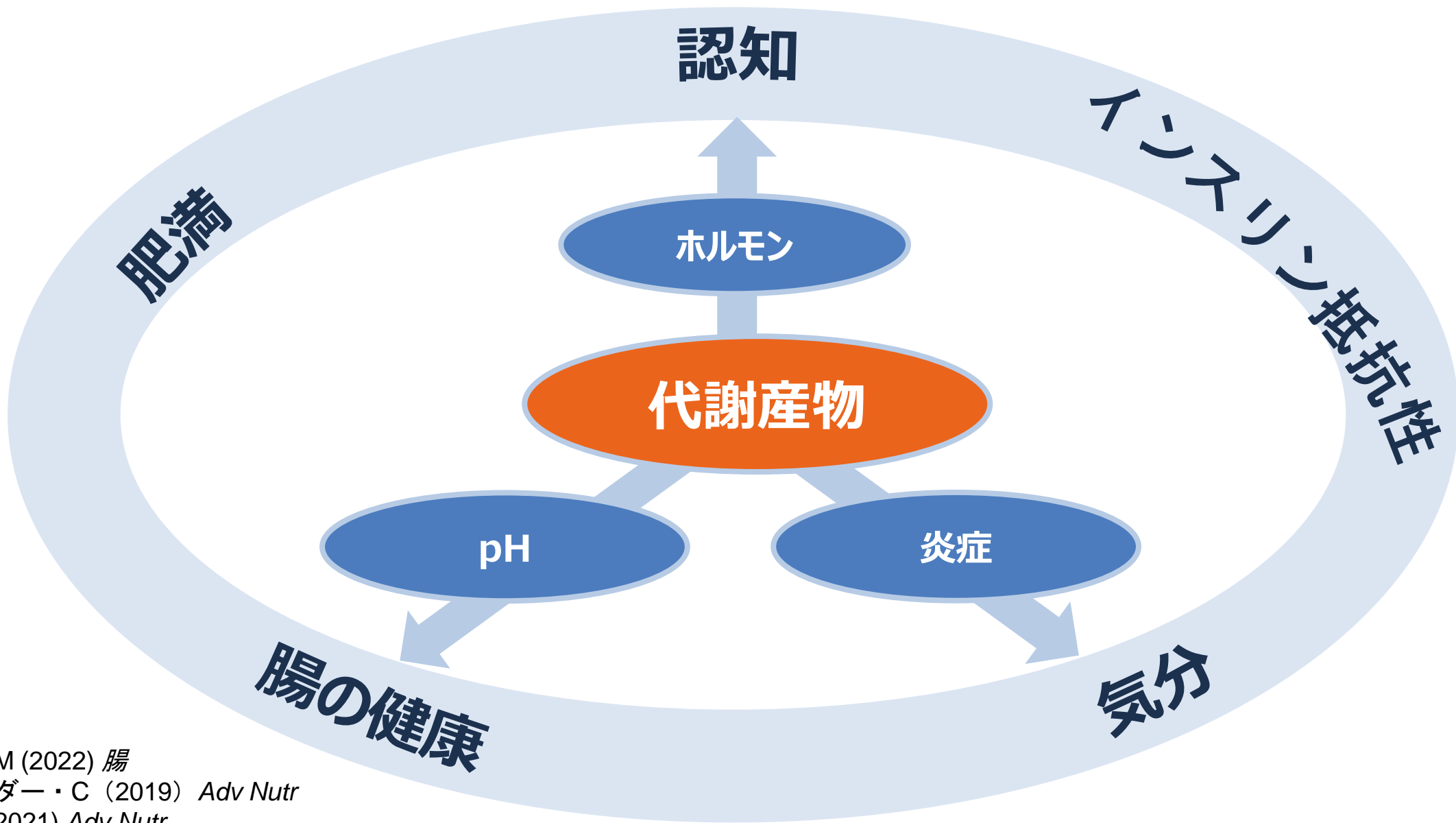


微生物の代謝物は健康に影響する





微生物の代謝物は健康に影響する



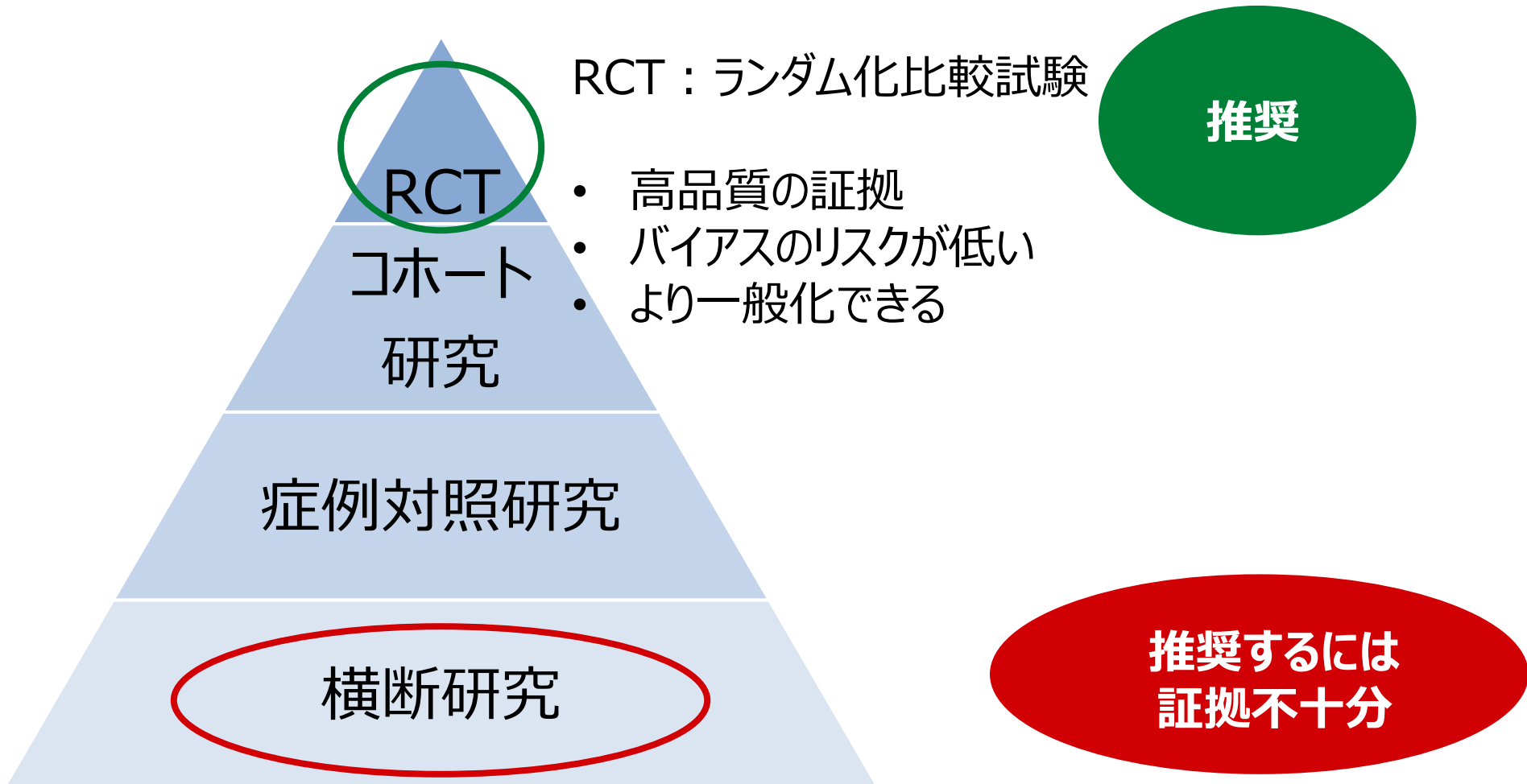


臨床介入研究



食事と腸内マイクロバイオータ

食事介入により、食事が腸内マイクロバイオータおよび健康に与える影響を特徴づけることができます。





食事介入

食事介入により、食事が腸内マイクロバイオータおよび健康に与える影響を特徴づけることができます。

ダイエット
健康



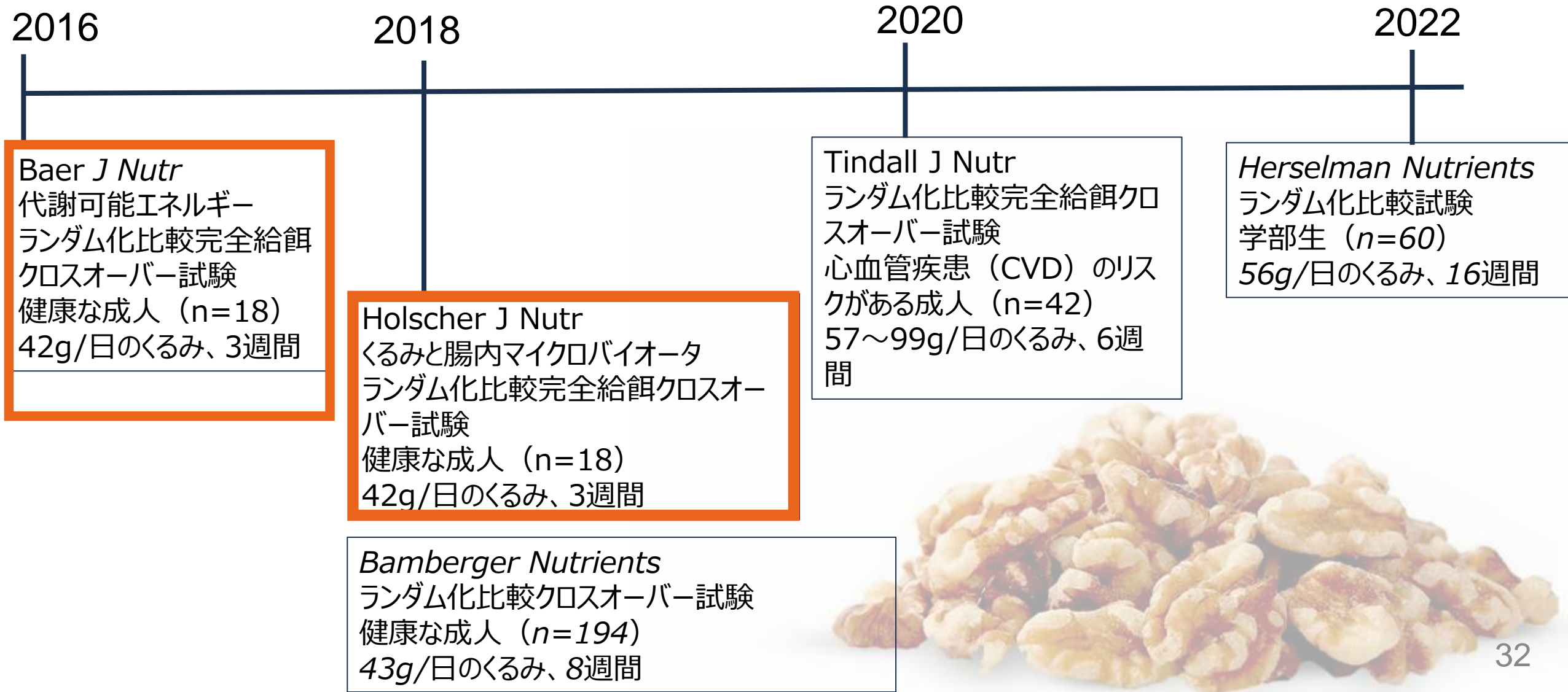


くるみ：栄養と健康

- くるみには**食物繊維、不飽和脂肪酸、ポリフェノール**が含まれています。
- 健康効果：
 - 心臓血管の健康
 - 心血管の健康
 - 内皮機能
 - 体重と体組成
 - 体重増加のリスク低減



くるみの臨床研究





ランダム化比較クロスオーバーデザイン

女性8名 | 男性10名



年齢 : 53歳 (35-67歳)

BMI: 28.8 kg/m² (20-35 kg/m²)



基礎食

典型的なアメリカの食事

3週間の介入と1週間の
ウォッシュアウト期間



基礎食 (少なめ)

+
42g/日 くるみ





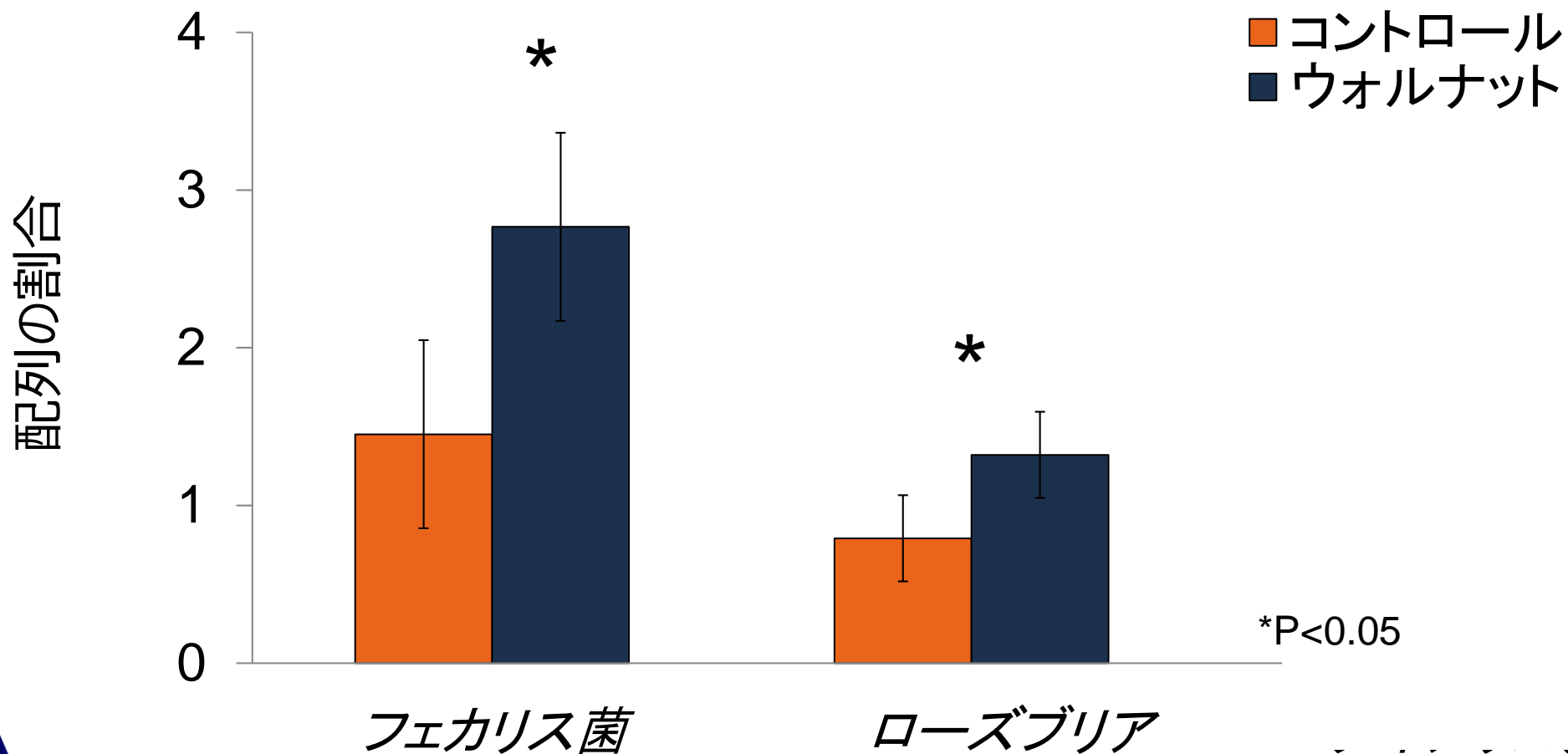
くるみ：代謝エネルギー

- 代謝可能エネルギー量は、アトウォーター係数による予測値よりも少なかった。
- 1回28グラムの摂取で146キロカロリーを含み、計算された185キロカロリーより**39キロカロリー少ない**。
- 代謝可能エネルギーは予測値より**21%少ない**。
- 消化されなかった栄養素は、微生物の代謝に利用される。





くるみは腸内マイクロバイオータに影響する

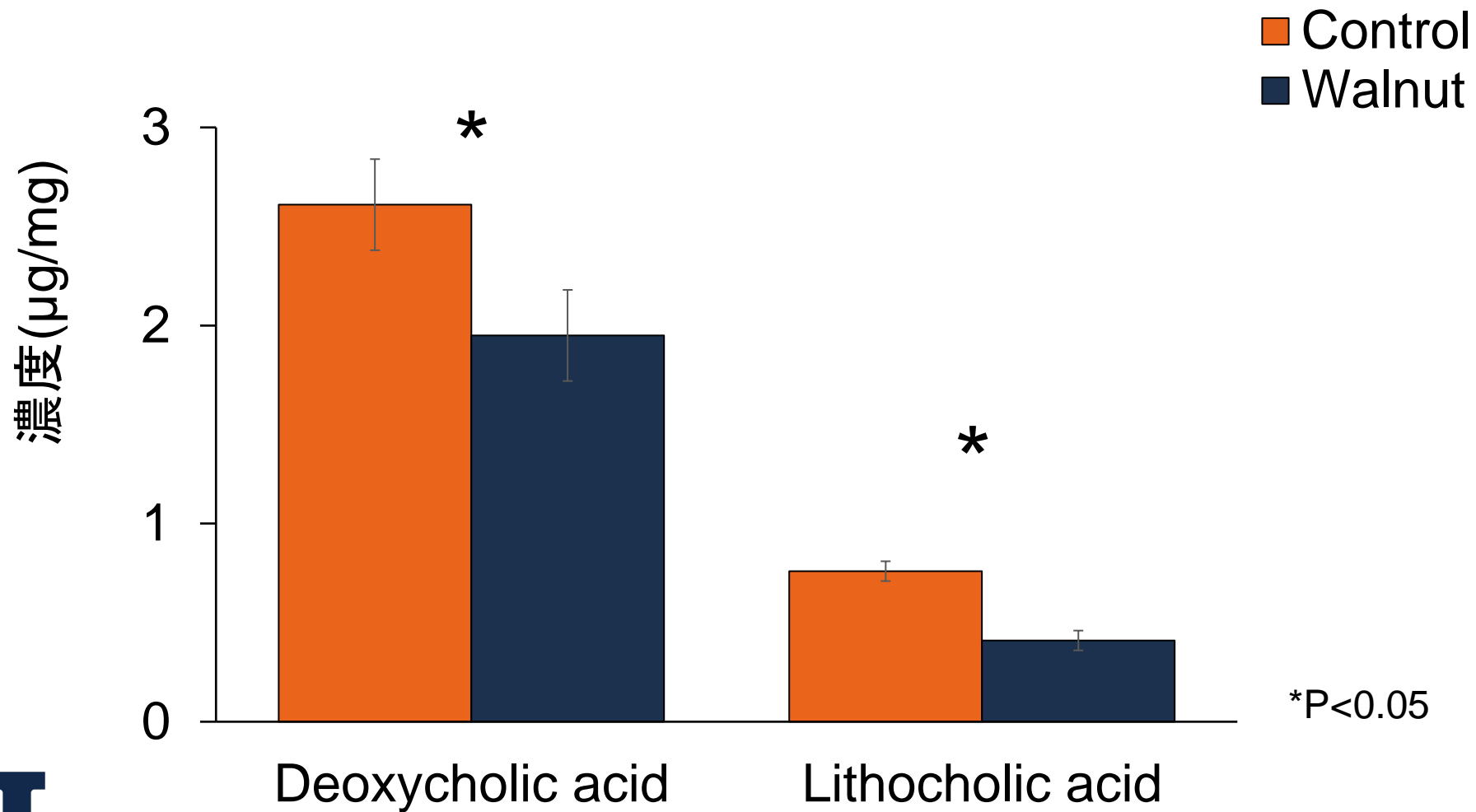


Holscher HD, et al., Walnut consumption alters gastrointestinal microbiota, microbially derived secondary bile acids, and health markers in healthy adults: a randomized controlled trial *J. Nutr* 2018; 148 (6) : 861-867

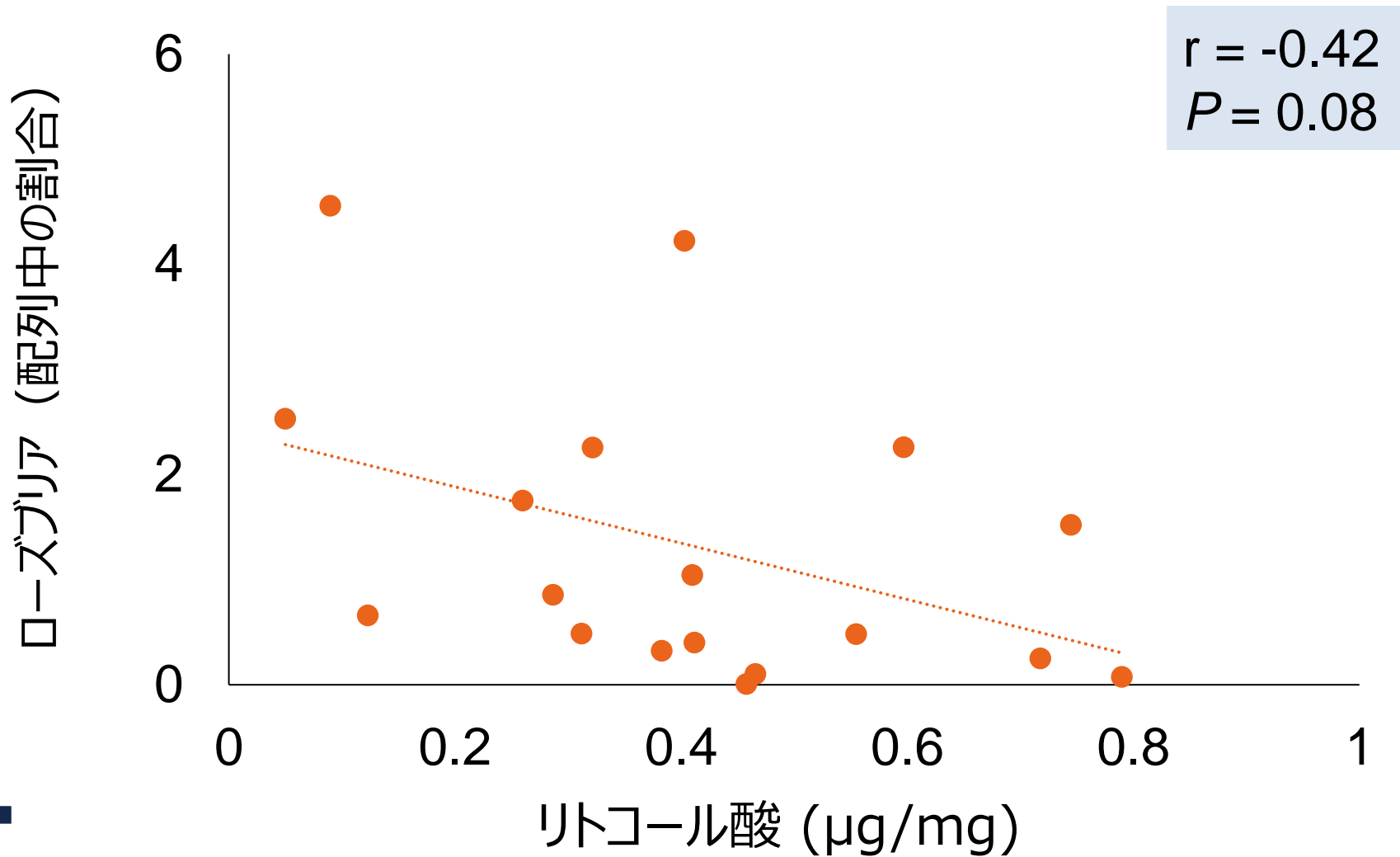




くるみは二次胆汁酸を減少させる



くるみは二次胆汁酸を減少させる





くるみ：まとめ

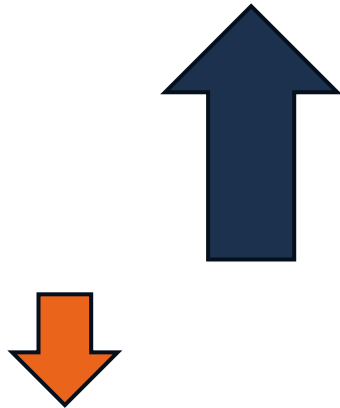
- くるみは、酪酸を産生するクロストリジウム クラスターXIVaおよびIVに属する細菌種（ファセリバクテリウムやローズブリアを含む）を増加させました。
- くるみは微生物由来の炎症促進性二次胆汁酸およびLDLコレステロール濃度を減少させました。





くるみは腸内マイクロバイオータに影響する

くるみには、腸内マイクロバイオータを育てる**食物繊維**、**不飽和脂肪酸**、**ポリフェノール**が含まれています。



くるみ
真正細菌² *
ゴードニバクター²
ローズブリア^{1,2,3} *
二次胆汁酸¹

1. Holscher HD, et al., *J. Nutr* 2018
2. Tindal AM, et al., *J. Nutr* 2020
3. Byerley LO et al., *J Nutr Biochem* 2017



实践的应用



くるみとの食べ合わせ

くるみの1日分の摂取量



30グラム



12 - 14粒



ひとつかみ



くるみ：食事パターン



**ベジタリアン
ビーガン**



地中海式食事法



DASHダイエット

高血圧予防のための食事療法



MINDダイエット

神経変性疾患の進行遅延のための
地中海式-DASH食事療法介入



くるみ：食事とおやつ

オートミール



ヨーグルト

おやつ



サラダ



重要なポイント

1

食物繊維、脂肪酸、ポリフェノールは腸内微生物に栄養を与えます。

2

くるみの摂取は腸内マイクロバイオータとメタボロームに影響を与えます。

3

くるみは、健康をサポートするさまざまな料理や食事パターンに適しています。

ディスカッション



Nutrition & Human
Microbiome Laboratory

Eメール : holsche@illinois.edu

