استقلاب الحموض الأمينية

Amino Acid Metabolism

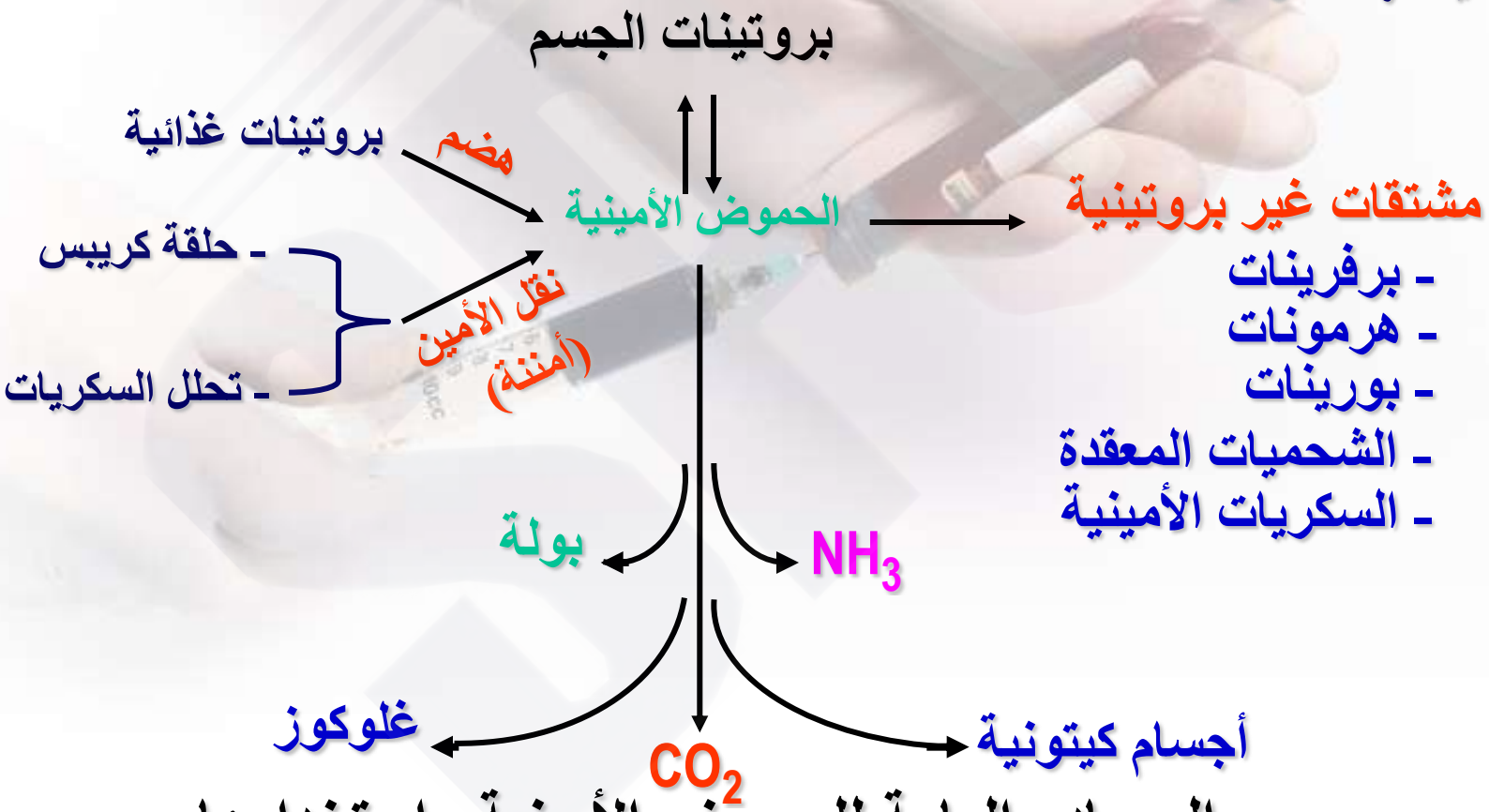
Nitrogen

Metabolism

استقلاب الحموض الأمينية

توجد ثلاثة أدوار رئيسية لاستقلاب الحموض الأمينية:

- ركائز عملية اصطناع البروتينات
- تأمين الآزوت الضروري لاصطناع مركباته في الجسم
- يستهلك كوقود



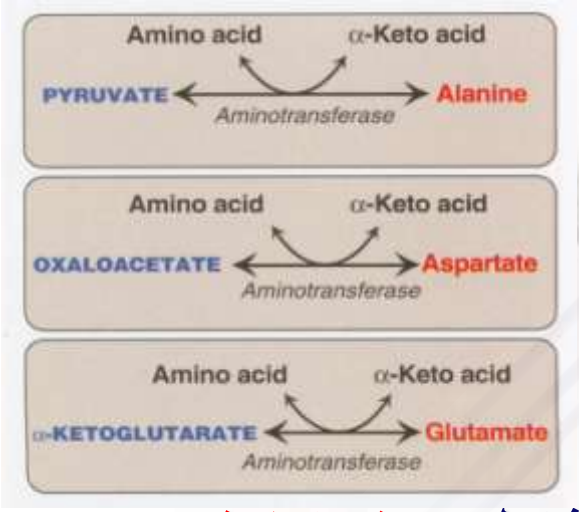
المصادر العامة للحموض الأمينية واستخدامها

اصطناع الحموض الأمينية

كما ذكرنا سابقاً يستطيع الإنسان اصطناع (عشرة حموض أمينية) لا أساسية
من أهم آليات استقلاب الحموض الأمينية هي تفاعلات نقل الأمين:
وهي عبارة عن نقل الزمرة NH_2 من حمض α أميني إلى حمض α كيتوني ويكون الناتج حمض أميني جديد وحمض كيتوني جديد دون طرح النشادر.

يتوسط تفاعلات نقل الأمين أنزيمات تدعى ناقلة للأمين Transaminase أو أمينوترانسفيراز Aminotransferase.
أما التميم المستعمل من قبل أنزيمات نقل الأمين فهو واحداً مشتقاً من الفيتامين B6 = البيريدوكسال فوسفات (PLP).

يمكن اصطناع العشرين حمض أميني بهذه الطريقة،ولكن لعدم توفرحموض α كيتونية موافقة اقتصر الاصطناع على ثلاثة حموض أمينية وهي: الآلانين، الغلوتامات، الأسبارتات

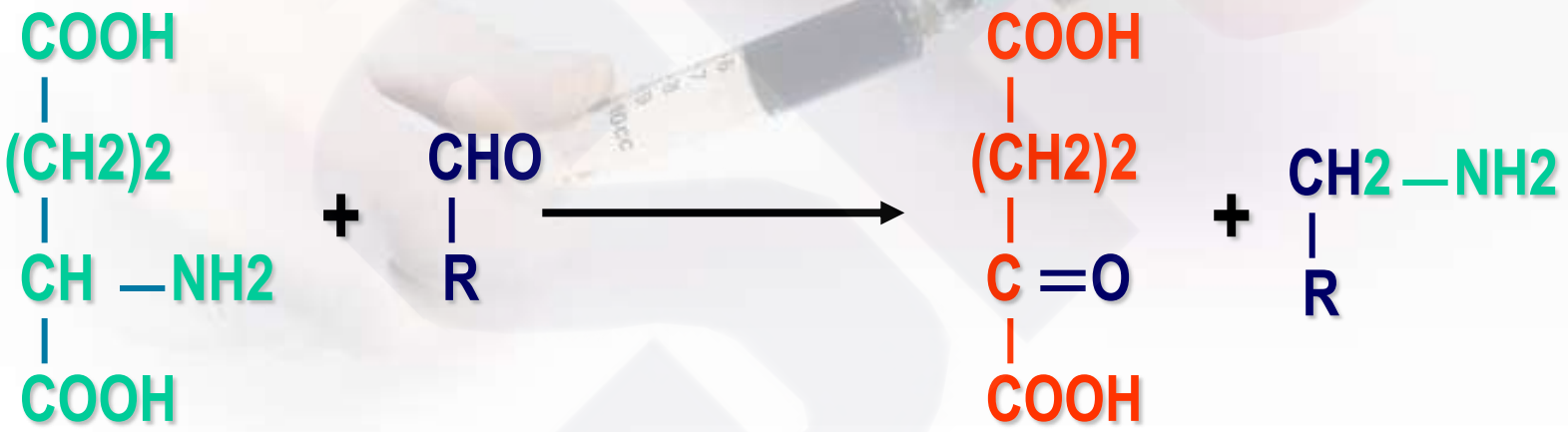


- البيروفات ⟵ الآلانين
- α كيتوغلوتارات ⟵ الغلوتامات
- الأوكزالوأسيتات ⟵ الأسبارتات

كمثال عن هذه الآلية في اصطناع الحموض الأمينية: (الآلانين)

تشتمل هذه الآلية على مرحلتين:

١-المرحلة الأولى: حمل زمرة NH_2 إلى البيريدوكسال فوسفات وتشكيل حمض كيتوني جديد:



حمض الغلوتاميك (Glu)

بيريدوكسال فوسفات (B6)

α - كيتوغلوتاريك حمض كيتوني جديد

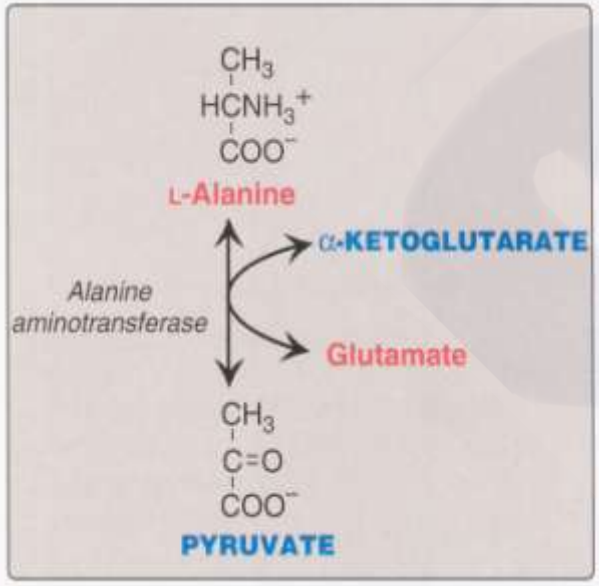
فوسفات البيريدوكسامين

٢ـ المرحلة الثانية: نقل زمرة NH_2 من البيريدوكسامين فوسفات إلى الحمض الكيتوني الأولي الذي يتحول إلى حمض أميني جديد:

حمض البيروفيك
حمض كيتوني أولي

الآلانين (Ala)

بيريدوكسال فوسفات
(B6)



- أهمية هذا النوع من التفاعلات ما يلي:

١ـ الاصطناع الحيوي للحموض الأمينية اللاضرورية من الحموض الكيتونية الموافقة.

٢ـ تفكك الحموض الأمينية.

٣ـ الاشتراك في الاستقلاب بين الحموض الأمينية والسكريات أي التوحيد بين الطريقين إذ يمكن أن تتشكل حموض أمينية جديدة من نواتج تفكك الغلوكوز.

(مثلاً: حمض البيروفيك ⟵ الآلانين والعكس صحيح)

- **الأهمية الطبية لناقلات الأمين:**

من أهم ناقلات الأمين ذات الأهمية الطبية هي:

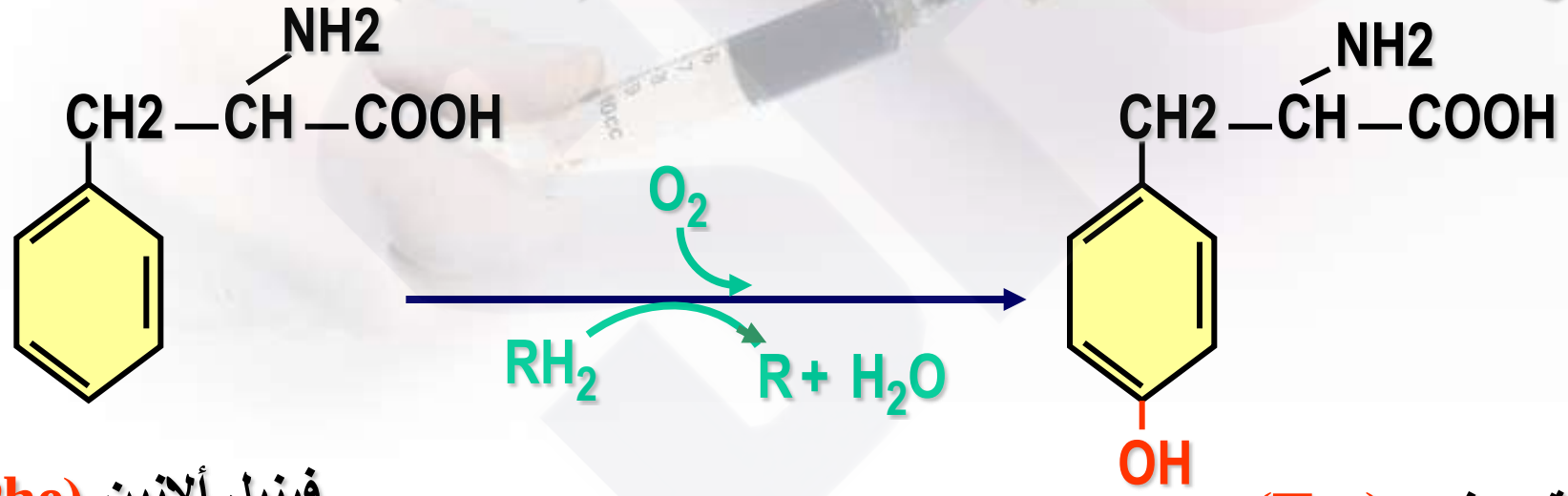
SGPT (Serum Glutamate Pyruvate Transaminase)

SGOT (Serum Glutamate Oxaloacetate Transaminase)

تزداد فعالية SGPT في أمراض الكبد، وفعالية SGOT في أمراض القلب والأوعية الإكليلية، بينما في أمراض الكبد المزمنة والحادة، تزداد أيضاً SGOT إذ يصل الضرر إلى متقدرات الخلية حيث توجد SGOT

- يمكن اصطناع الحموض الأمينية بآليات أخرى .. على سبيل المثال:

يصطنع التيروزين بإضافة زمرة OH إلى الفينيل ألانين (هدركسلة)



فينيل ألانين (Phe)

تيروزين (Tyr)

تدرك الحموض الأمينية

النواتج النهائية لتفكك الحموض الأمينية هي: (NH_3 - CO_2- H_2O)
يستعمل الماء، والنشادر في اصطناع المواد الدسمة (الحموض الدسمة) والأسس الآزوتية البورينية والبيريميدينية، أما CO_2 فيخرج من الجسم.

النشادر: هو مركب سام جداً يعالج في أماكن تشكله وبطرق مختلفة لإزالة سميته وخاصة بالنسبة (للجملة العصبية).. لذلك فإن معظم الزمر الأمينية تفرغ في النهاية من الجسم بشكل مركب البولة التي هي مركب لا سمي ويقسم الاصطناع الحيوي للبولة إلى أربع عمليات:

١ـ نقل الزمرة الأمينية
٢ـ نزع الأمين التأكسدي
٣ـ نقل النشادر
٤ـ تفاعلات حلقة البولة

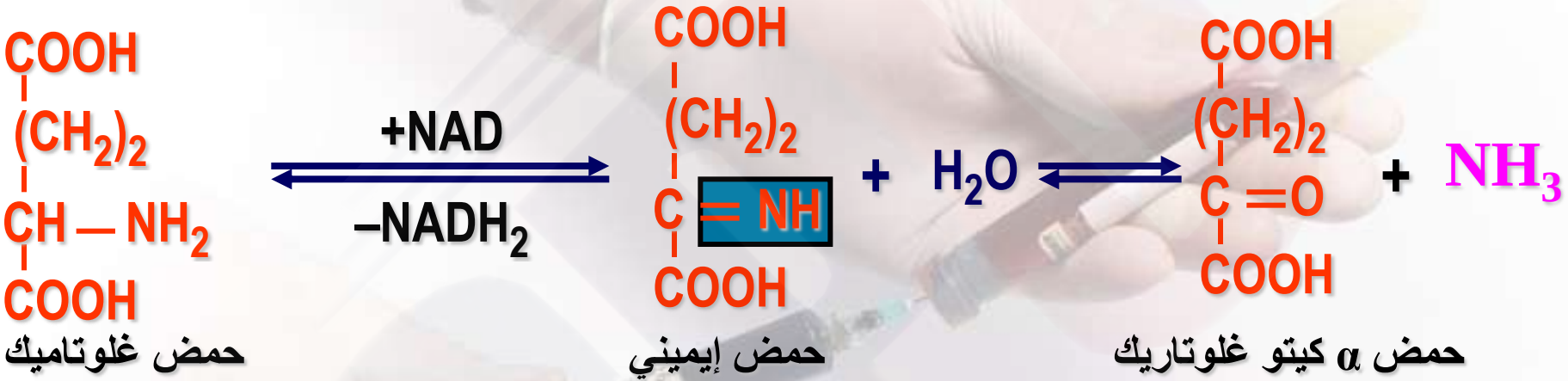
- **نزع الأمين التأكسدي:**

تحتاج لأنزيمات نازعة الزمرة الأمينية (دي أميناز أو أوكسيداز) وتكون نتيجة التفاعل تحرر النشادر وتشكيل مركب لا آزوتي وذلك بالاعتماد على تميم NAD^+ أو $NADP^+$.

مثال على هذه التفاعلات هو تأثير أنزيم نازع هيدروجين الغلوتامات وذلك بأكسدة حمض الغلوتاميك. ويتم على مرحلتين:

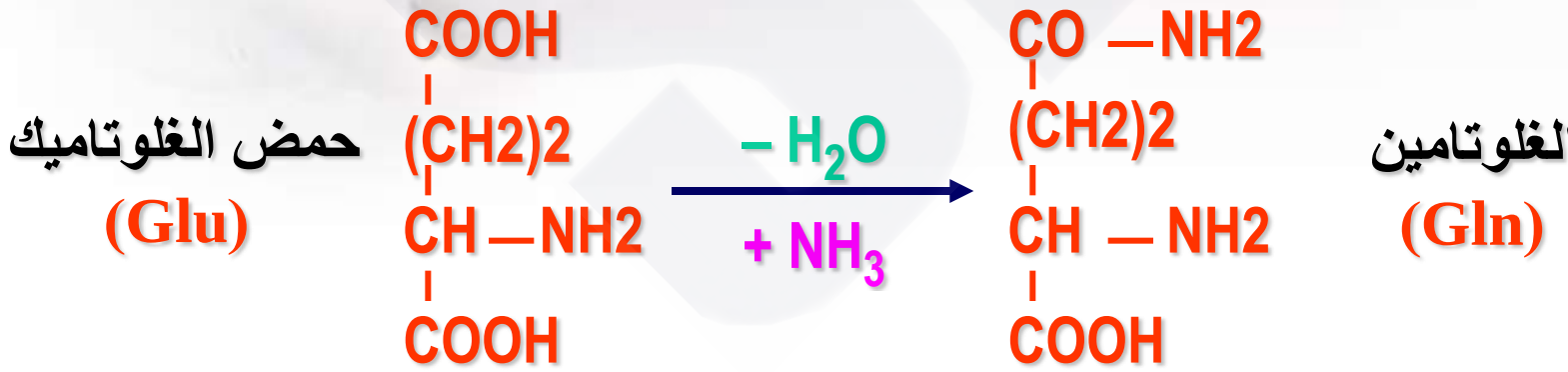
١ـ تشكيل حمض إيميني ثم

٢ـ انتاج النشادر وحمض α كيتوغلوتاريك



حمض غلوتاميك — حمض إيميني — حمض α كيتو غلوتاريك

في جسم الإنسان تجري عملية إدخال الزمرة NH_2 على حمض الغلوتاميك وحمض الاسبارتيك وذلك باستبدال زمرة OH في الوظيفة الكربوكسيلية بالزمرة NH_2 وبذلك يتشكل الغلوتامين والاسبارجين على التوالي:



- **نقل النشادر: (طرق إزالة سمية النشادر)**

١ـ تشكيل الغلوتامين:

يتم بشكل رئيس في الكبد والدماغ المكانين الذين يتم فيهما تشكل النشادر.يستعمل آزوت نشادر الغلوتامين في اصطناع الأسس البورينية والبيريميدينية ومتعدد السكرالمخاطي(غلوكوزامين)

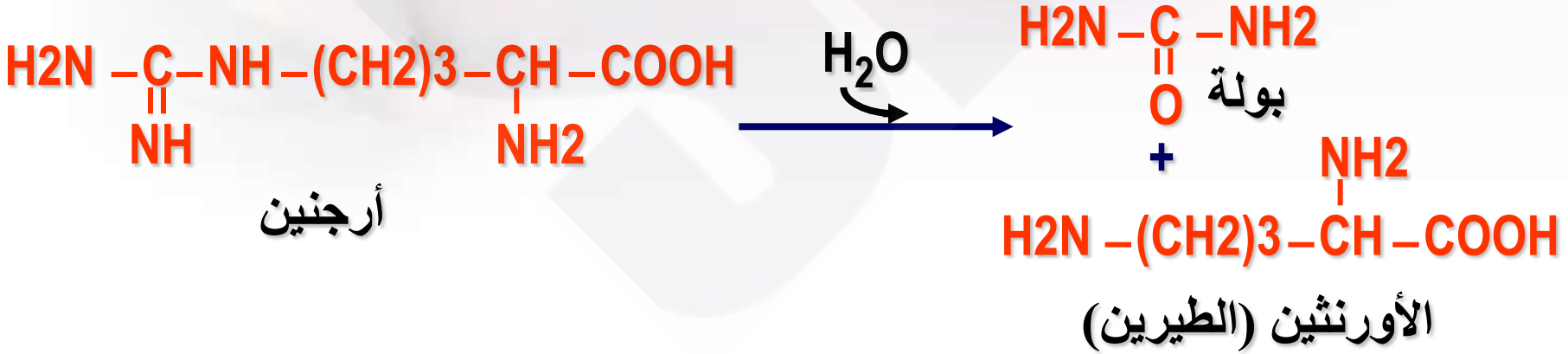
٢ـ الإرجاع بإدخال الأمين:

يتفاعل النشادر مع الحموض α كيتونية بتوسط أنزيم غلوتامات دي هيدروجيناز الفعال فيشكل الحموض الأمينية اللاضرورية الموافقة.

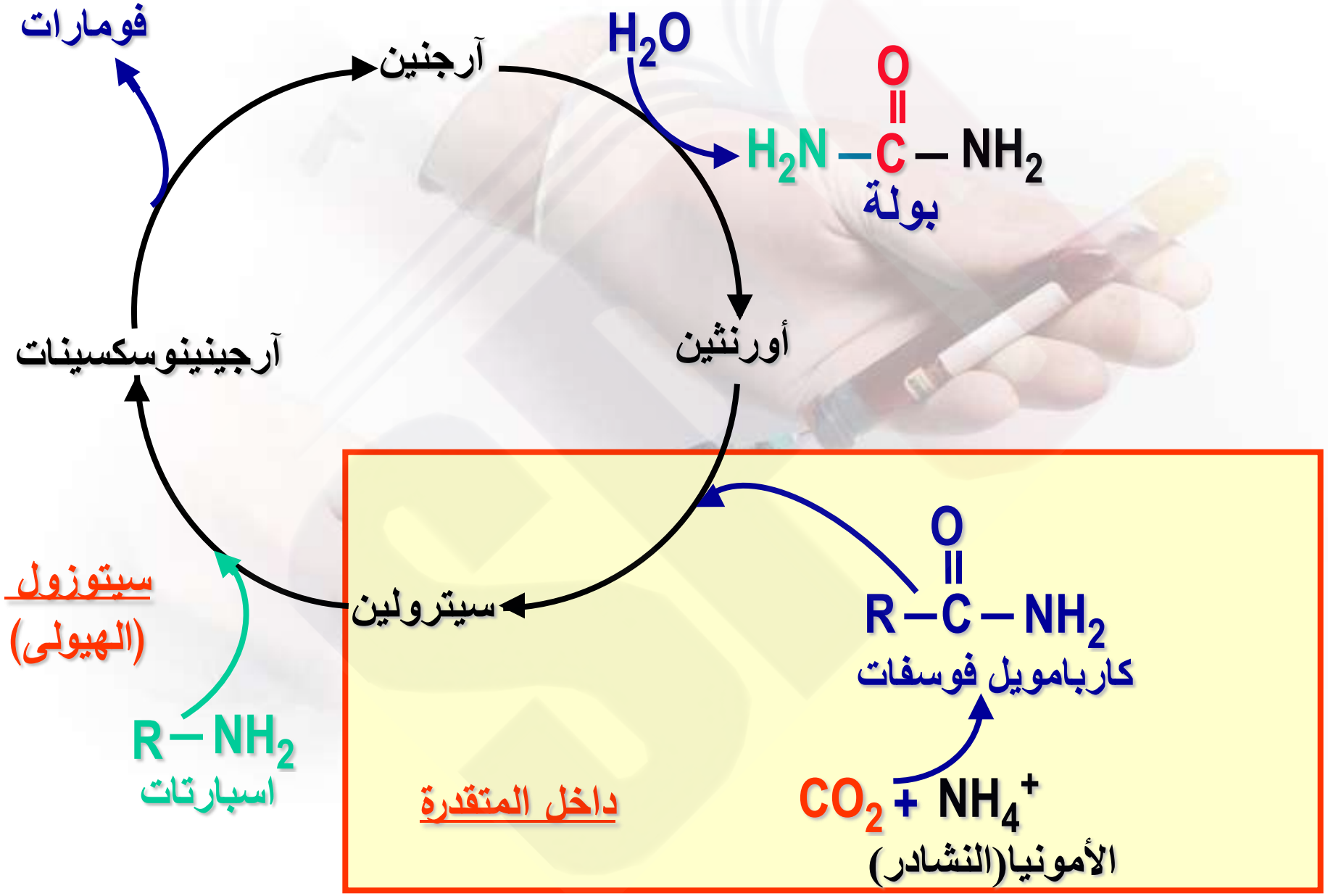
(تشكيل حمض الغلوتاميك من ادخال NH_3 إلى حمض α كيتو غلوتاريك)

٣ـ اصطناع البولة:

وهو الشكل الرئيس لإزالة سمية النشادر من الإنسان – والشكل الرئيس لطرح الآزوت البروتيني من الجسم. (دورة البولة)

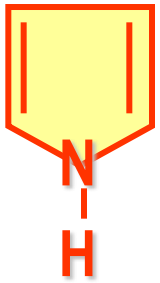


دورة البولة


فومارات
آرجنين
H_2O
$H_2N-C(=O)-NH_2$
بولة
أورنثين
سيترولين
آرجينينوسكسينات
سيتوزول
(الهيولى)
$R-NH_2$
اسبارتات
داخل المتقدرة
$R-C(=O)-NH_2$
كاربامويل فوسفات
$CO_2 + NH_4^+$
الأمونيا(النشادر)

تحول الحموض الأمينية إلى نواتج متخصصة

- **الغليسين:**



١ـ اصطناع الهيم:

إنه يدخل في تركيب مجموعة البورفيرين لجزيء خضاب الدم، وذلك بتشكيل حلقة البيرول والجسور الميتيلية التي تربط بينها.

٢ـ اصطناع البورينات:

يدخل بشكله الكامل لتشكيل هيكل البورين.

٣ـ اصطناع الغلوتاتيون:

هو أحد الحموض الأمينية الثلاثة التي تحتاج إليها عملية اصطناع الغلوتاتيون.

(γ-Glu-Cys-Gly)

٤ـ الاقتران:

يقترن مع الحمض الصفراوي ← حمض الغليكوكوليك

٥ـ اصطناع الكرياتينين والكرياتينين:

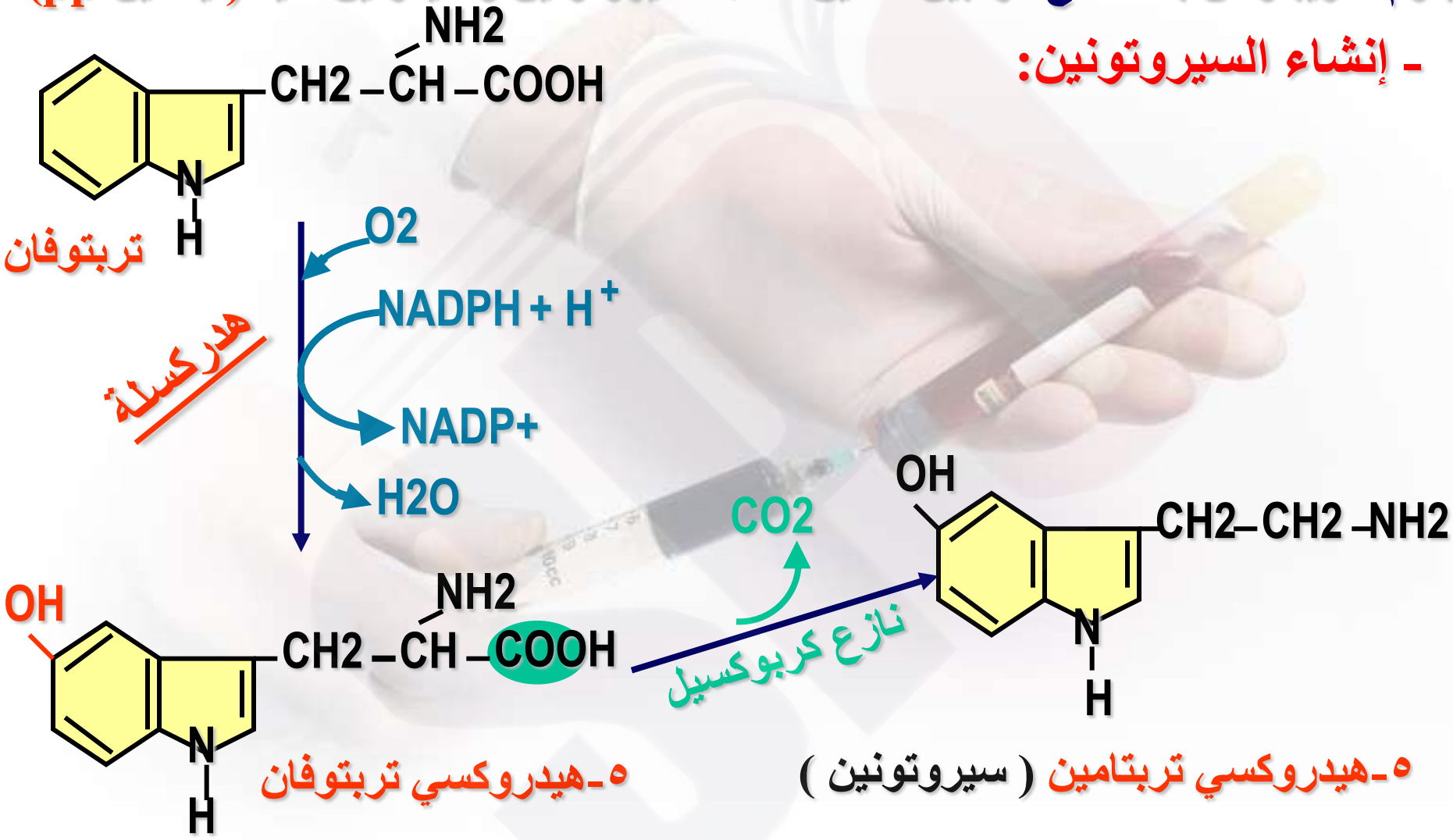
يستخدم اصطناع الكرياتين ثلاثة حموض أمينية وهي:

الغليسين – الأرجنين – الميثيونين

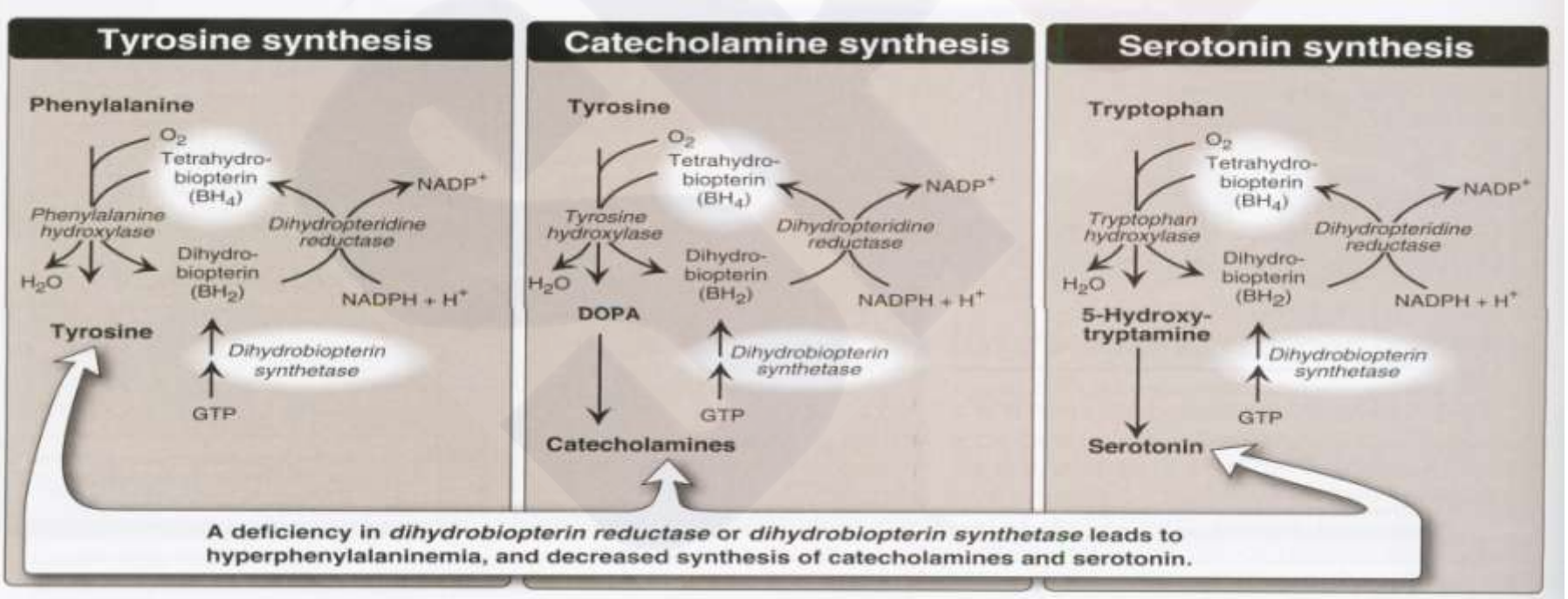
- **التريبتوفان:**

يقوم التريبتوفان باصطناع مركبين هامين هما: السيروتونين والنيكوتين أميد (فيتامين pp)

- إنشاء السيروتونين:

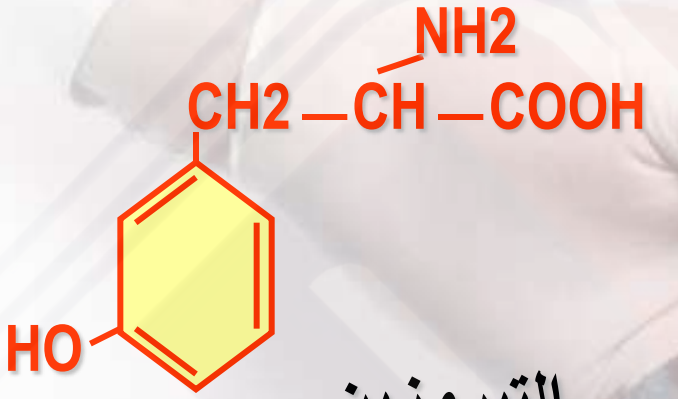


- للسيروتونين تأثيراً كبيراً وساماً أكثر من الأمينات السابقة وذلك لاحتوائه زمرة OH فهو مقبض للأوعية الدموية، رافع للضغط الشرياني، ومسرع للنبض ..
ويعتبر تكدسه في الرأس هو المسؤول عن آلام الرأس (الشقيقة).
ويمكن التخلص من تأثيره بإعطاء الأدوية (الأسبرين) حيث يقوم بالارتباط معه عن طريق رابط أميدي ويتحول إلى ملح ويبطل مفعوله.
- يشتق من السيروتونين مركب الميلاتونين وهو هرمون الغدة الصنوبرية، يخفف لون الخلايا القتامية في الجلد، وله تأثير في مظاهر الشيخوخة (يحمي من التجاعيد ويزيد النشاط الفيزيولوجي).



- **الفنيل ألانين والتيروزين:**

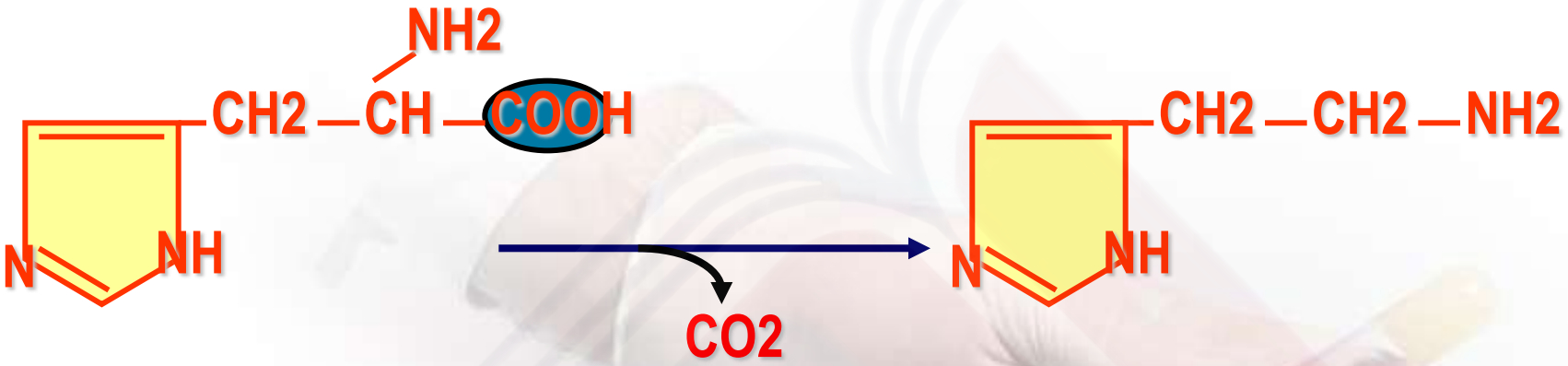
فنيل ألانين (حمض أساسي) ← هدركسلة ← التيروزين (حمض لا أساسي)



التيروزين

- اصطناع الكاتيكولامينات (هرمونات لب الكظر)
  - أدرينالين
  - نورأدرينالين
- اصطناع هرمونات الدرق T3 و T4 بضم اليود
- اصطناع الميلانين (صباغ الجلد والشعر)

- **الهيستيدين:**



هيستيدين هيستامين

يقوم مركب الهيستامين بنقل التنبيه العصبي، وتحريض إفراز HCl المعدة، ومقبض للقصبات..... تحرره يحرض وينشئ الأمراض التحسسية.

- **الألانين:**

يدخل βالألانين في تركيب حمض البانتونين (فيتامين B5) ← تركيب الـ CoA

- **السيرين:**

يدخل في تركيب السفنغوزين.

- **الميثيونين:**

يشكل مركب S- أدينوزيل الميتيونين (الميثيونين الفعال) الذي يقوم بحمل ومنح زمرة الميتيل (CH_3).

- **الغلوتام:**

يؤدي نزع الكربوكسيل إلى تشكيل γ- أمينو حمض الزبدة (GABA)

ويعمل كناقل عصبي ← (استقلاب) γ- هيدروكسي حمض الزبدة

- **الآرجنين:**

يساهم في اصطناع الكرياتين والكرياتينين.

النهاية
THE END