

S2

هورمون های پتیدی، هورمون های رشد، مواد و مقلدهای مربوط به آنها

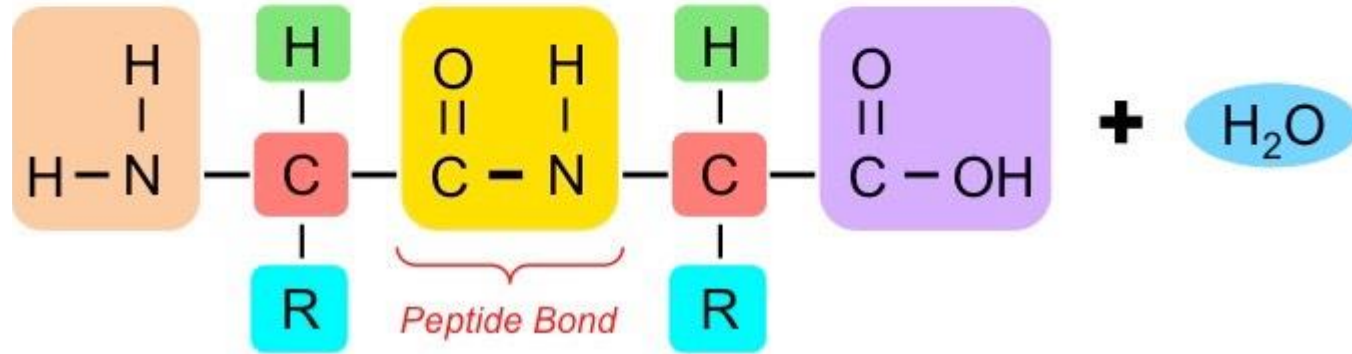
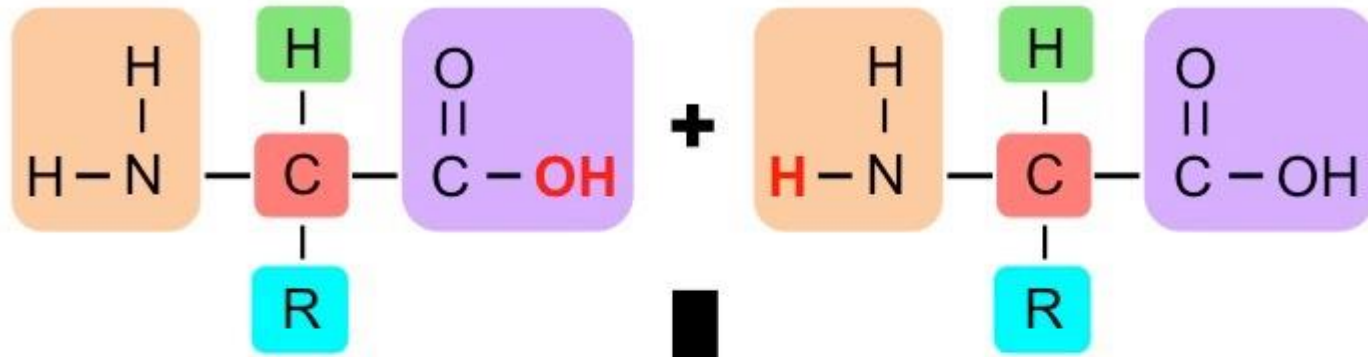
The following substances, and other substances with similar chemical structure or similar biological effect(s), are prohibited:

- 1. Erythropoietins (EPO) and agents affecting erythropoiesis, including, but not limited to:
 - 1.1 Erythropoietin-Receptor Agonists, e.g. Darbepoetins (dEPO);
 - Erythropoietins (EPO);
 - EPO based constructs [EPO-Fc, methoxy polyethylene glycol-epoetin beta (CERA)];
 - EPO-mimetic agents and their constructs (e.g. CNTO-530, peginesatide).
- 1.2 Hypoxia-inducible factor (HIF) activating agents, e.g. Argon;
 - Cobalt;
 - Molidustat;
 - Roxadustat (FG-4592);
 - Xenon.
- 1.3 GATA inhibitors, e.g. K-11706.
- 1.4 TGF-beta (TGF- β) inhibitors, e.g.
 - Luspatercept;
 - Sotatercept.

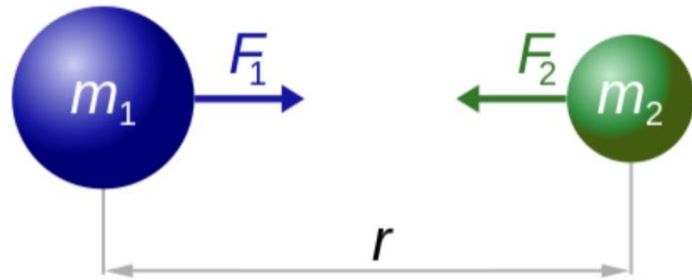
- 1.5 Innate repair receptor agonists, e.g. Asialo EPO;
- Carbamylated EPO (CEPO).
- 2. Peptide Hormones and Hormone Modulators, 2.1 Chorionic Gonadotrophin (CG) and Luteinizing Hormone (LH) and their releasing factors, e.g. Buserelin, deslorelin, gonadorelin, goserelin, leuprorelin, nafarelin and triptorelin, in males;
- 2.2 Corticotrophins and their releasing factors, e.g. Corticorelin;
- 2.3 Growth Hormone (GH), its fragments and releasing factors, including, but not limited to:
 - Growth Hormone fragments, e.g. AOD-9604 and hGH 176-191;
 - Growth Hormone Releasing Hormone (GHRH) and its analogues, e.g. CJC-1293, CJC-1295, sermorelin and tesamorelin;
 - Growth Hormone Secretagogues (GHS), e.g. ghrelin and ghrelin mimetics, e.g. anamorelin, ipamorelin and tabimorelin;
 - GH-Releasing Peptides (GHRPs), e.g. alexamorelin, GHRP-1, GHRP-2 (pralmorelin), GHRP-3, GHRP-4, GHRP-5, GHRP-6, and hexarelin.
- 3. Growth Factors and Growth Factor Modulators, including, but not limited to: Fibroblast Growth Factors (FGFs);
 - Hepatocyte Growth Factor (HGF);
 - Insulin-like Growth Factor-1 (IGF-1) and its analogues;
 - Mechano Growth Factors (MGFs);
 - Platelet-Derived Growth Factor (PDGF);
 - Thymosin- β 4 and its derivatives e.g. TB-500;
 - Vascular-Endothelial Growth Factor (VEGF).

Additional growth factors or growth factor modulators affecting muscle, tendon or ligament protein synthesis/degradation, vascularisation, energy utilization, regenerative capacity or fiber type switching.

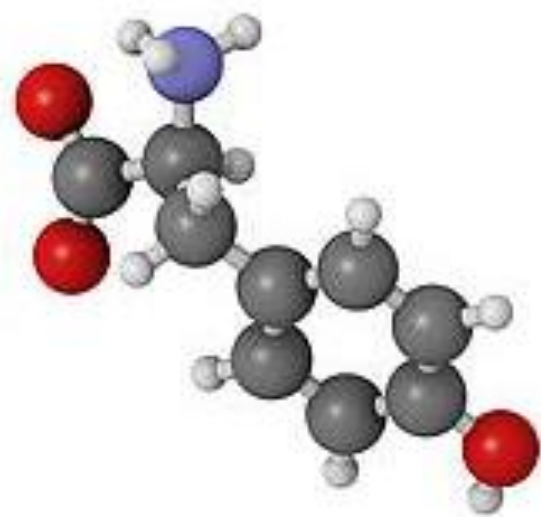
پپتید



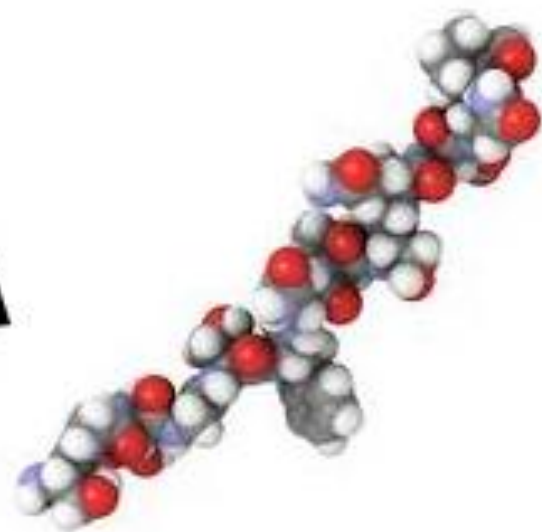
Peptide Bond



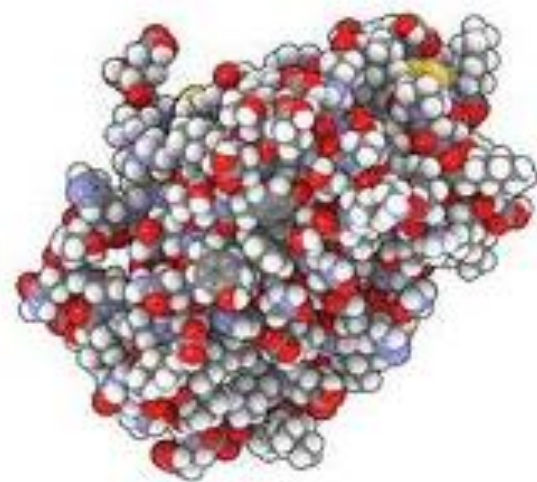
$$F_1 = F_2 = G \frac{m_1 \times m_2}{r^2}$$



Amino Acid

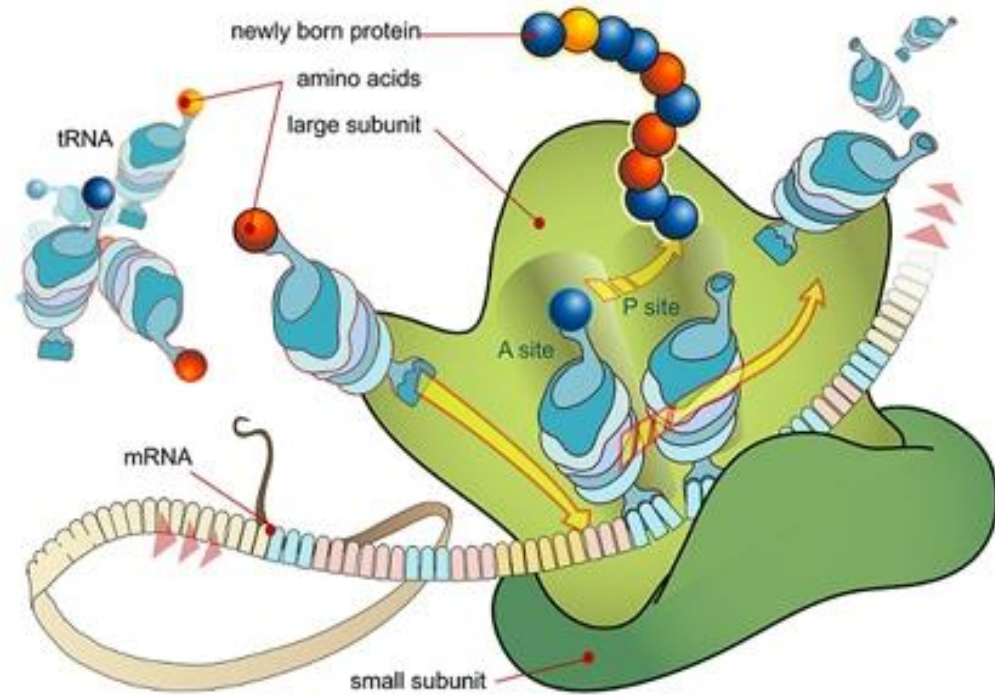
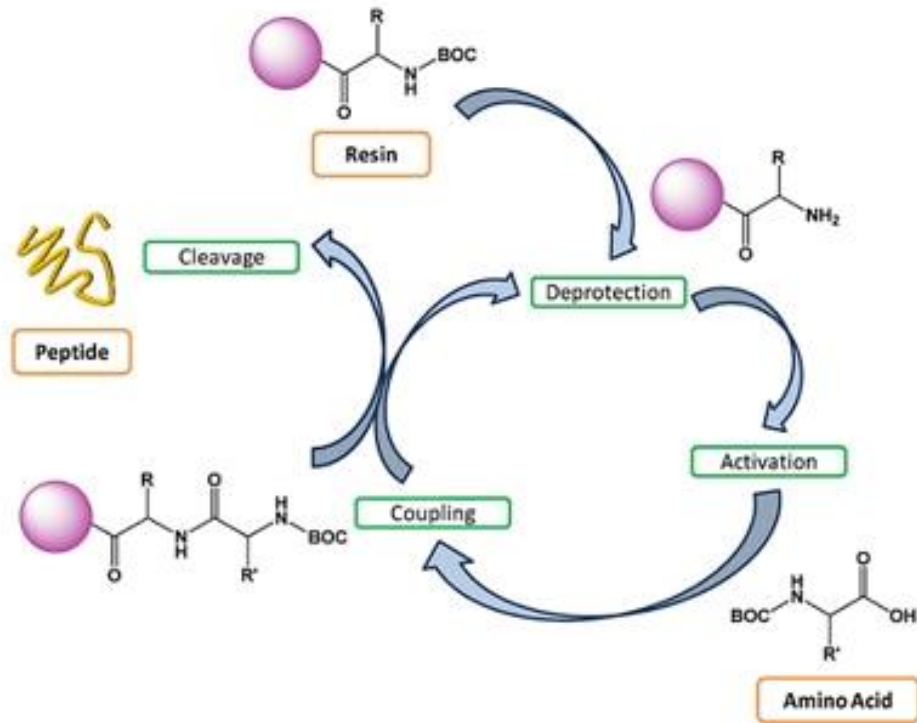


Peptide

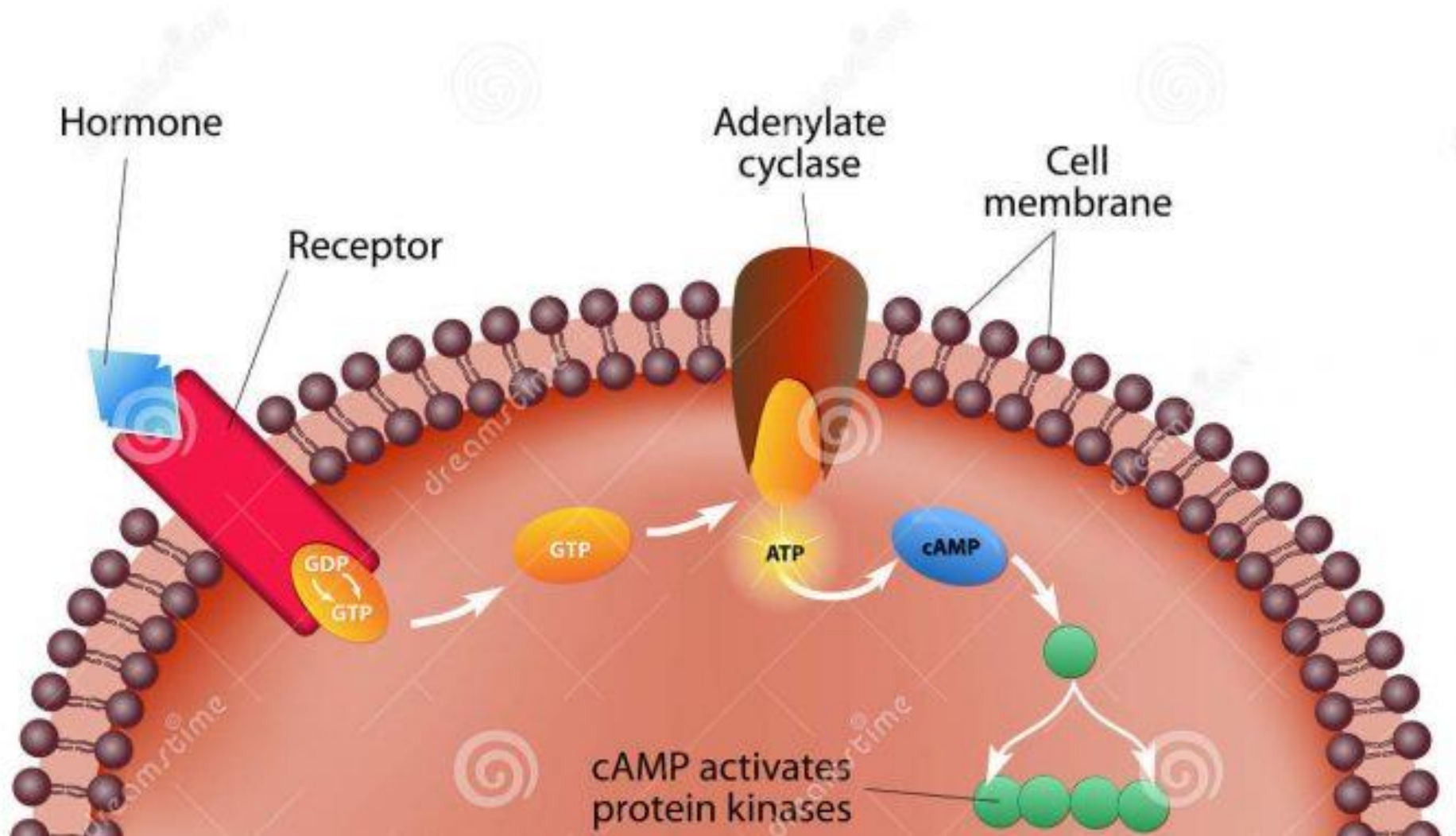


Protein

ساخت پپتید



طرز عمل

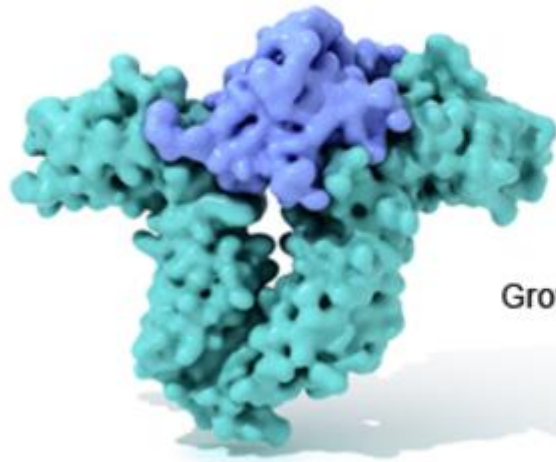


Growth hormone (GH) somatotropin human growth hormone (hGH or HGH)

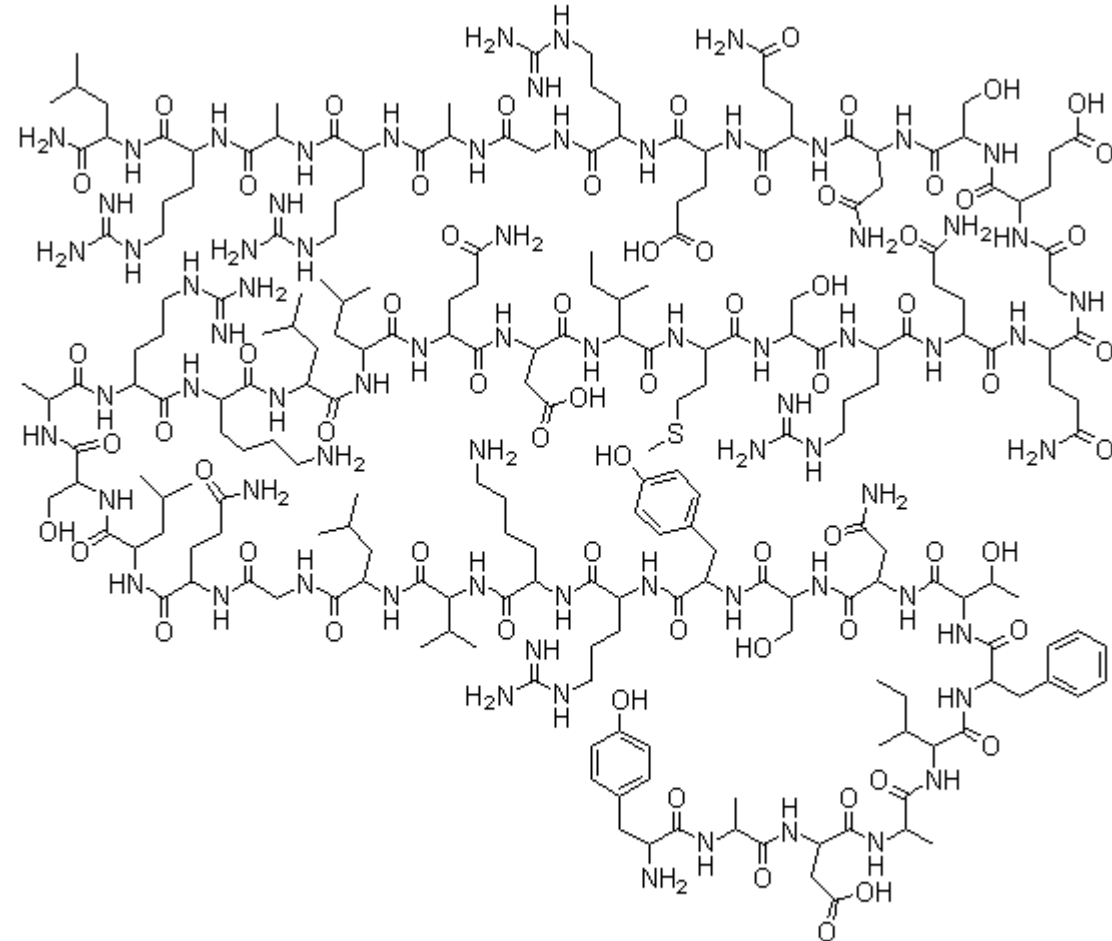
Growth hormone



Growth hormone

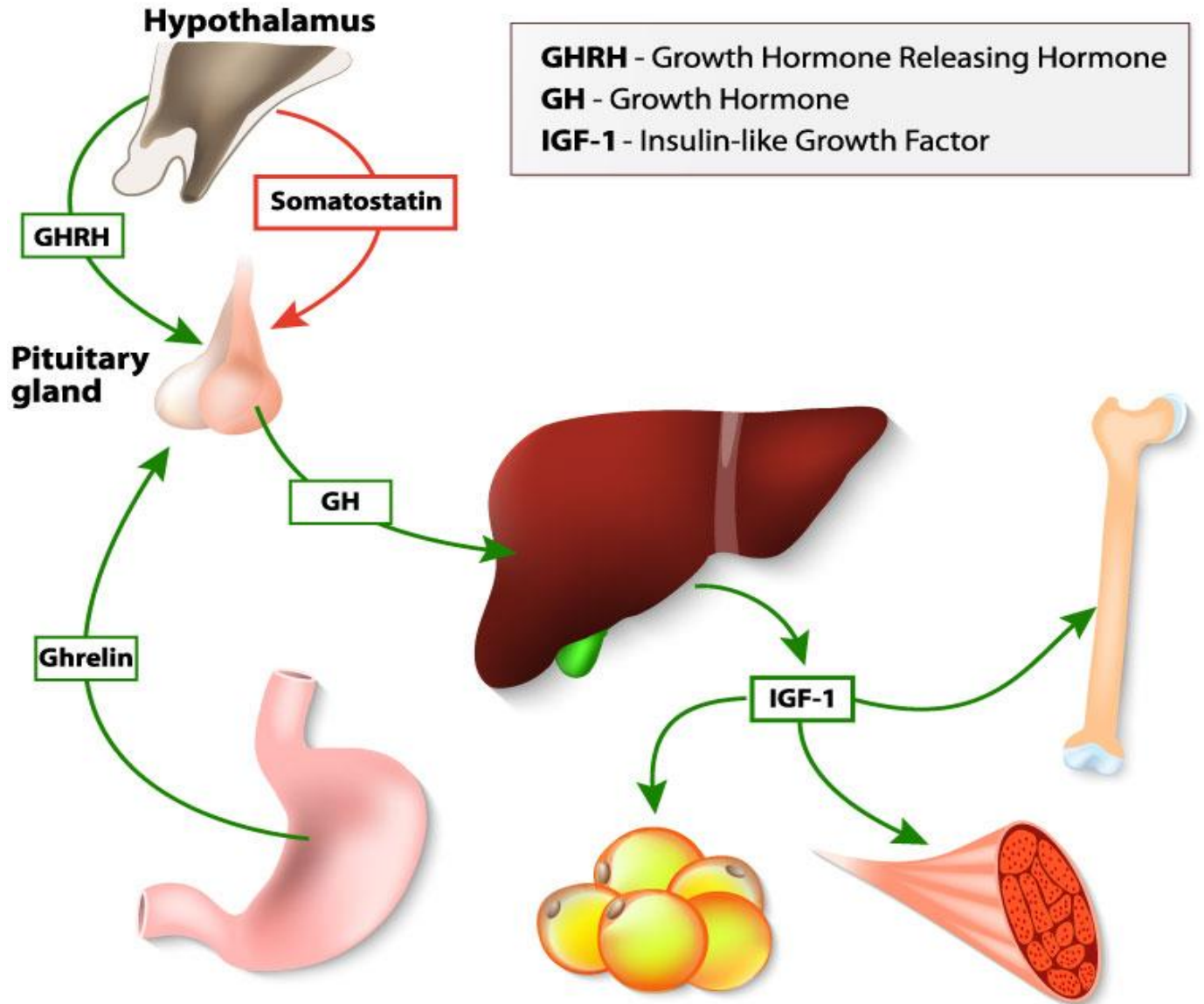
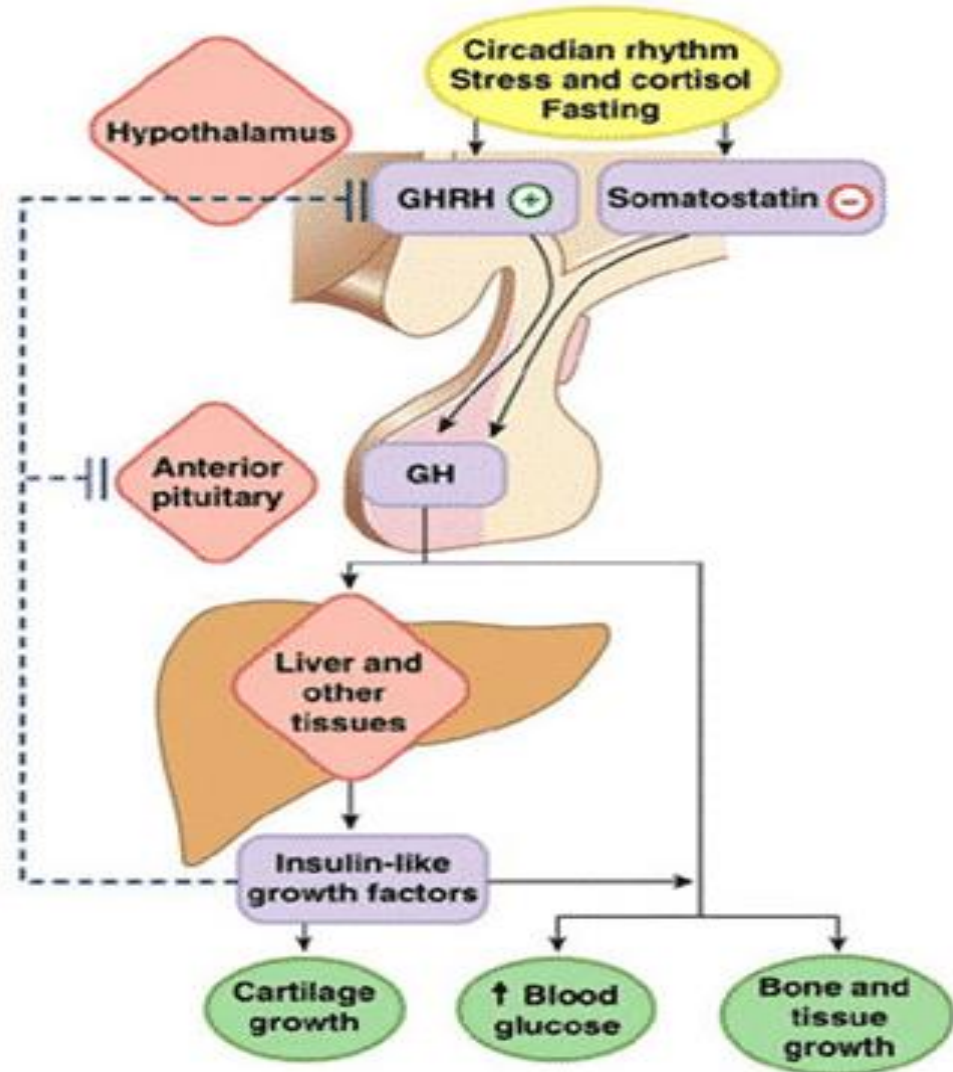


Growth hormone bound
to receptor



Tyr-Ala-Asp-Ala-Ile-Phe-Thr-Asn-Ser-Tyr-Arg-Lys-Val-Leu-Gly-Gln-Leu-Ser-Ala-Arg-Lys-
Leu-Leu-Gln-Asp-Ile-Met-Ser-Arg-Gln-Gln-Gly-Glu-Ser-Asn-Gln-Glu-Arg-Gly-Ala-Arg-Ala-
Arg-Leu-NH₂

somatotropin secretion



هورمون رشد GH

✓ هورمون رشد از سلول های سوماتوتروپین هیپوفیز قدامی ترشح می شود.

✓ با هیپوگلیسمی، افزایش غلظت اسید آمینه خون، خواب، استرس و ورزش افزایش و با هیپرگلیسمی

مهاری می شود.

✓ در گذشته این هورمون از غده هیپوفیز اجساد مرده بدست می آمد اما امروزه با استفاده از تکنولوژی

DNA نو ترکیب ساخته می شود.

آزادسازی هورمون رشد تحت کنترل دو هورمون مترشحه از هیپوتالاموس است.

۱-هورمون سوماتوستاتین موجب جلوگیری از ترشح هورمون رشد می شود.

۲-هورمون سوماتوکرینین باعث تحریک هورمون رشد می شود.

هورمون رشد اساساً آزاد سازی دو هورمون پلی پپتیدی سوماتومدین C (یا فاکتور انسولین وار رشد i) و

سوما تومدین A (یا فاکتور انسولین وار رشد II) از کبد را تحریک می کند.

بالاترین سطح ترشح هورمون رشد ۰/۵ تا ۳ میلی گرم در لیتر و ۶۰ تا ۹۰ دقیقه بعد از شروع خواب اتفاق می افتد و محل سوخت و ساز GH در کبد است.

مدت چرخه حیات آن در پلازما تنها ۱۲ تا ۴۵ دقیقه است.

تحقیقات نشان داده که هم تمرین استقامتی و هم قدرتی موجب افزایش ترشح هورمون رشد می شود.

اگر آرژنین و انسولین به اندازه کافی وجود نداشته باشد تولید هورمون رشد با شکست مواجه می شود و باعث کوتولگی می شود ولی تولید اضافی هورمون رشد باعث غول پیکری می شود. در بریتانیا دوز استاندارد و توصیه شده حدود ۰/۶ در هفته می باشد. ورزشکارانی که از این دارو استفاده می کنند دوزی معادل ۱۰ برابر این مقدار را مصرف می کنند.

عوامل موثر در ترشح هورمون رشد

1. سرما
2. عمل جراحی
3. گرسنگی
4. درد
5. هیپوگلاسمی
6. خواب
7. ورزش
8. مواد پروتئینی
9. اسید آمینه آرژنین
10. شوک و تنش های عصبی

اثرات سوخت و سازی و متابولیکی هورمون رشد

1. افزایش گیرنده های سلولی آمینو اسید ها
2. افزایش سنتز پروتئین در عضله و کبد
3. تحریک جذب گلوکز در عضله
4. تجزیه تری گلیسیرید ها
5. انتقال اسید های چرب آزاد
6. افزایش حساسیت به آدرنالین و نورآدرنالین

دلایل مصرف هورمون رشد در ورزش

- (1) افزایش نیروی عضلانی
- (2) افزایش توده عضلانی بدن
- (3) بهبود ترکیب ظاهری بدن از طریق افزایش توده عضلانی
- (4) افزایش قد نهایی در بزرگسالی
- (5) افزایش سنتز پروتئین
- (6) کاهش چربی

مزایای استفاده از هورمون رشد

- افزایش اثر بخشی نسبت به استروئیدهای آنابولیکی
- تاثیرات منفی کمتر
- دشواری در کشف آن
- مصرف کنندگان بر این باورند که مصرف GH می تواند مانع از افت عضله پس از ترک استروئید های آنابولیک شود.

تاثیرات منفی ناشی از سوء مصرف هورمون رشد در ورزش



- ۱- تغییرات اسکلتی
- ۲- بزرگی انگشتان پا
- ۳- بزرگ شدن حدقه چشم
- ۴- دراز شدن فک
- ۵- بزرگ شدن اندام های داخلی و قلب
- ۶- ضعف عضلانی
- ۷- مقاومت در برابر انسولین
- ۸- ضخیم شدن پوست

عوارض هورمون رشد

1. دیابت
2. اکرومگالی
3. تورم بافت نرم
4. افزایش میزان تعریق
5. ارتريت
6. درد مفصل
7. کاهش تحريك جنسى
8. سستی و ناتوانی
9. رشد و نمو غير طبيعى اندام ها
10. آتروفی غده هیپوفیز

هورمونهای افزایش دهنده آزاد کننده هورمون رشد (GHRH) و

آنالوگ های آن

• CJC-1295

• Sermorelin

• Tesamorelin

پپتیدهای آزاد کننده هورمون رشد (GHRPs)

• Alexamorelin

• GHRP-6

• Hexarelin

• pralmorelin (GHRP-2)

GHS

• گرلین

• مقلدهای گرلین (ipamorelin و anamorelin)

موارد مرتبط با هورمون رشد

هورمونهای آزاد کننده هورمون رشد (GHRH)

- CJC-1295
- Sermorelin
- Tesamorelin



CJC 1295

یک پپتید متشکل از ۳۰ اسید آمینه می باشد که به عنوان یک محرک هورمون رشد از غده هیپوفیز عمل می کند.

اثراتی چون افزایش سنتز پروتئین، بهبود خواب، افزایش چگالی استخوان، کاهش چین و چروک پوستی را دارا می باشد.

از عوارض مصرف آن می توان به خستگی، اسهال، کمر ختی اندام، سر درد، فشار خون بالا اشاره کرد.



GHRP-6

زنجیره ای از ۶ آمینو اسید تشکیل شده که با تحریک گیرنده های سگری تاگوگ هورمون رشد که امروزه به گیرنده های هورمون گرلین معروف است وارد عمل می شود.

گرلین یک پپتید متشکل از ۲۸ اسید آمینه که به عنوان یک لیگاند درون زا برای گیرنده های هورمون رشد شناخته می شود.

گرلین موجب آزاد سازی هورمون رشد، احساس گرسنگی می شود.

اثرات مصرف GHRP-6

1. افزایش محسوس قدرت عضلانی
2. چربی سوزی
3. تقویت مفاصل و استخوان ها
4. افزایش سنتز پروتئین
5. کاهش چین و چروک و پیری پوست

عوارض مصرف GHRP-6

1. افزایش میزان پرولاکتین
2. افزایش کورتیزول
3. احساس خستگی مفرط
4. احساس سوزن سوزن شدن برخی نقاط پوست

GHRP-2



- این پپتید مکانیسم عمل شبیه به GHRP-6 دارد و با تحریک گیرنده های سکری تاگوگ هورمون رشد یا همان گیرنده های هورمون گرلین وارد عمل می شود.
- از محبوبیت کمتر نسبت به GHRP-6 برخوردار است گرسنگی کمتر ایجاد می کند و برای کسانی که اولویت خود را چربی سوزی قرار دادند مناسب تر است.
- GHRP-2 تا حدودی بیشتر سبب تحریک هورمون رشد می شود.
- خواص ضد التهابی دارد و به دلیل داشتن عوارض بیشتر نسبت به GHRP-6 از قبیل افزایش کورتیزول و پرولاکتین و آلدسترون کمتر مورد استفاده قرار می گیرد.



هگزارلین (Hexarelin)

- یک پپتید مصنوعی که شامل ۶ آمینو اسید می باشد و مانند اکثر پپتید ها به آزاد شدن هورمون رشد در بدن کمک می کند.
- از لحاظ ساختاری شباهت زیادی به GHRP-6 دارد اما گرسنگی و گرلین را تحریک نمی کند.
- علاوه بر افزایش تولید GH تولید IGF-1 را نیز از کبد تحریک می کند.
- اگر بخواهیم این سه پپتید را از لحاظ قدرت اثر رتبه بندی کنیم هگزارلین به عنوان قوی ترین و GHRP-6 به عنوان ضعیف ترین شناخته می شود.
- عوارض زیاد، کمی از محبوبیت این پپتید کاسته است عوارضی مانند افزایش کورتیزول و پرولاکتین و همچنین اثر آن بر مغز هم ناشناخته است.

Ghrelin analogs



ایپامورلین (ipamorelin)

یک پپتید متشکل از زنجیره ۵ آمینو اسید که محرک ترشح هورمون رشد می باشد. از لحاظ ساختاری شبیه به GHRP-6 می باشد اما اثر بر گرلین ندارد. مکانیسم آن ریشه در تحریکات عصبی بر هیپوتالاموس دارد. یکی از ویژگی های آن مهار سوماتواستاتین و اثر بر افزایش ترشح هورمون رشد.

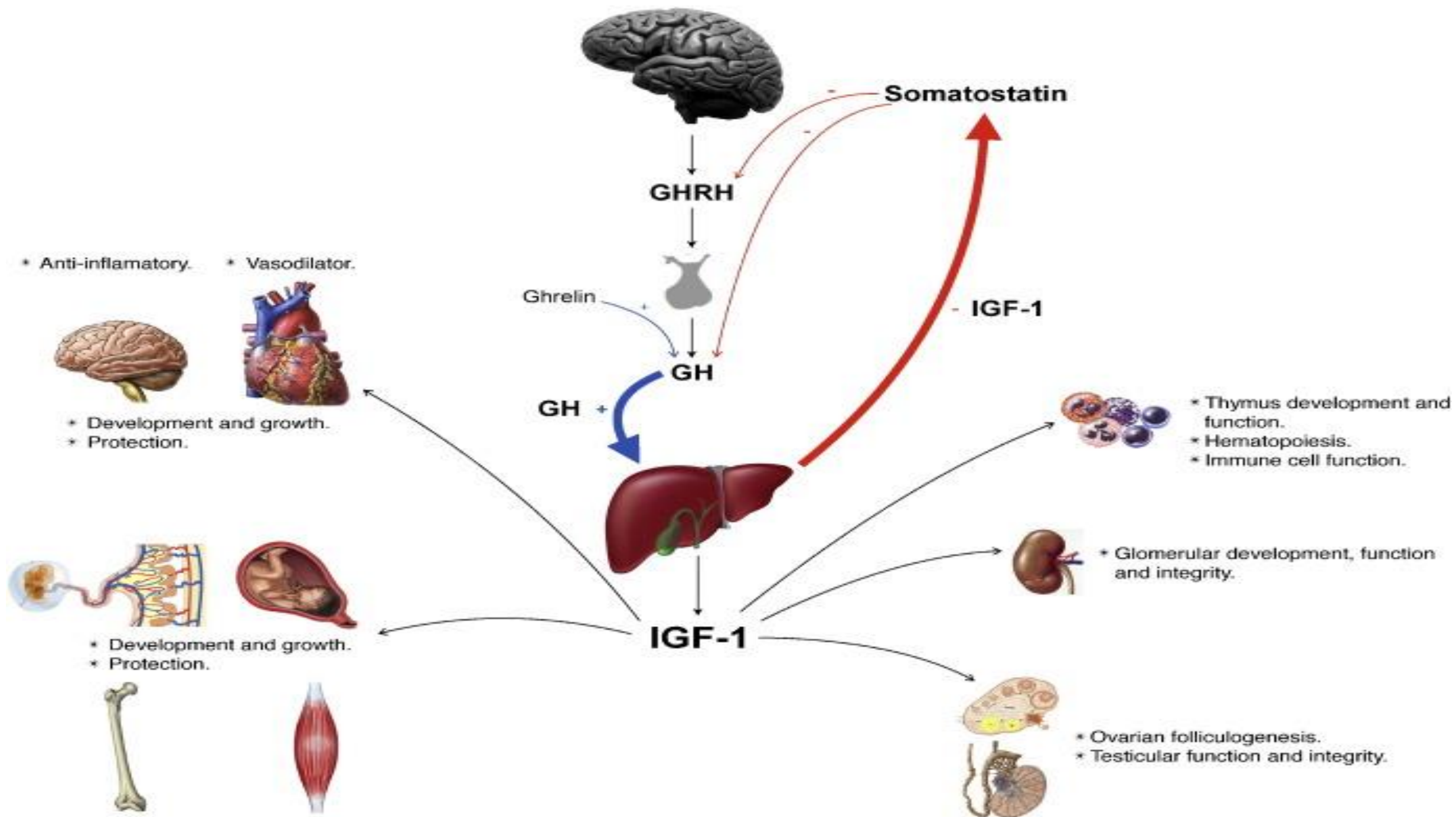
عوارض ایپامورلین

این هورمون دارای عوارض کمتری است چون باعث تولید کورتیزول و پرولاتین نمی شود. اما در اثر ترکیب با برخی پپتید ها و استروئید ها می تواند خطرناک باشد. از عوارض آن می توان به دیابت، بر هم خوردن تعادل هورمونی، اضطراب، سردرد، حالت تهوع اشاره کرد.

IGF



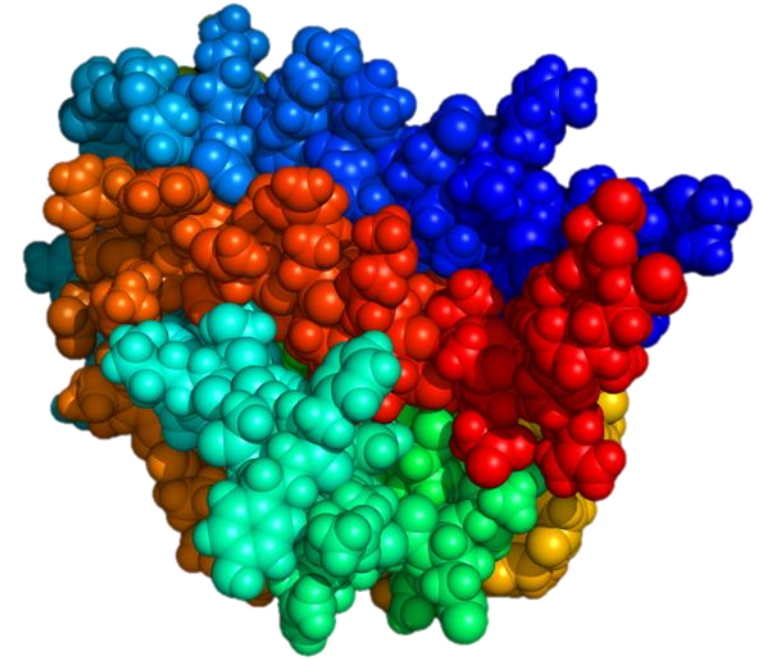
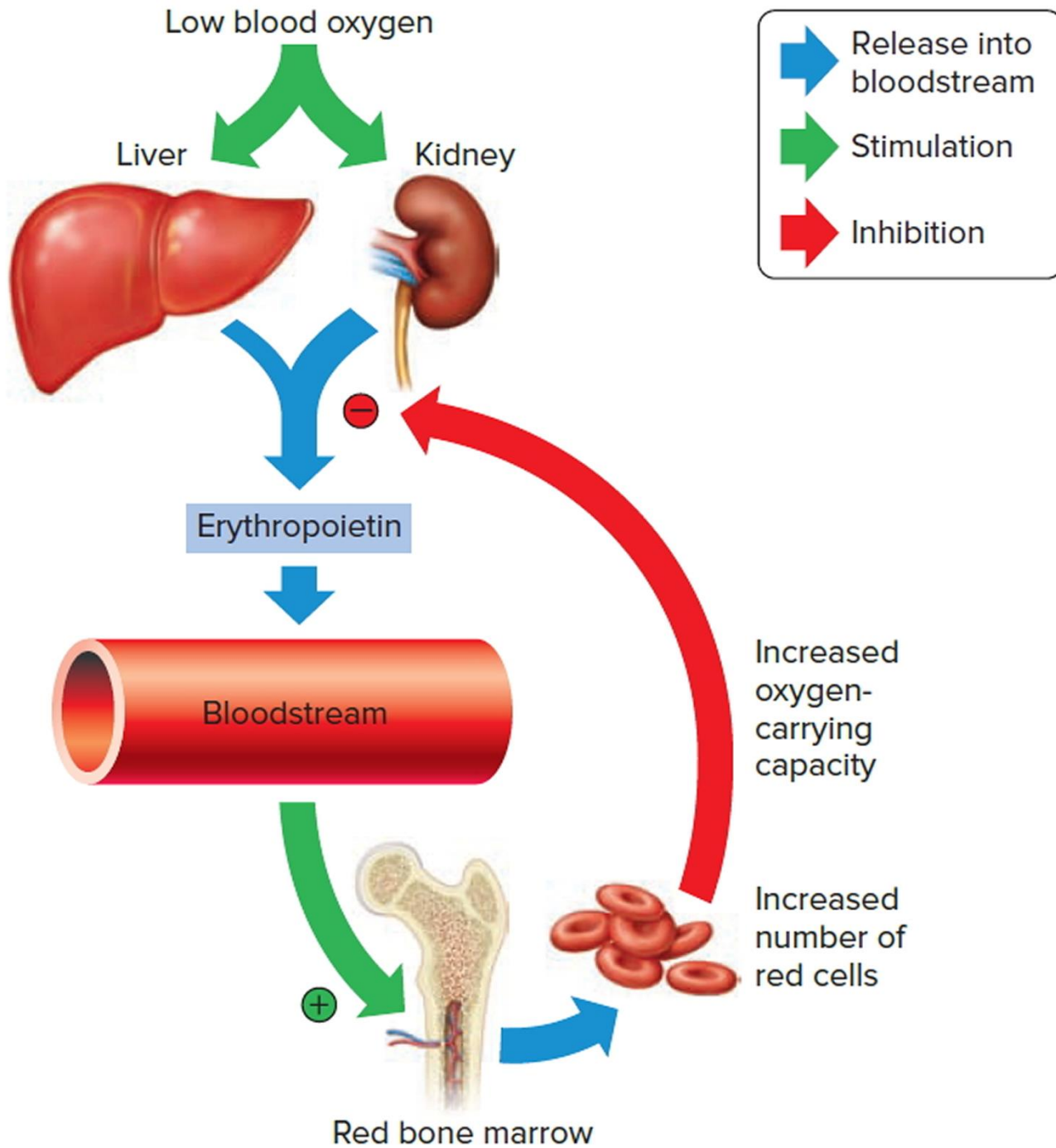
- یک هورمون پلی پپتیدی کوچک متشکل از ۷۰ اسید آمینه است.
- هورمونی آنابولیکی است که اساساً در کبد ساخته می‌شود و می‌تواند از کلیه، عضله و سلول‌های چربی به میزان کمی ترشح شود و بطور مصنوعی با استفاده از تکنولوژی DNA نو ترکیب ساخته می‌شود.
- تحریک سنتز IGF-1 به طور قابل توجهی به میزان ترشح هورمون رشد بستگی دارد.
- IGF-1 از لحاظ ساختاری شبیه به انسولین و به کاهش قند خون کمک می‌کند.
- از اثرات این هورمون می‌توان به افزایش حجم عضلات، کاهش حجم چربی، افزایش چگالی استخوان، افزایش سنتز RNA و DNA و تعادل مثبت نیتروژن اشاره کرد.
- این هورمون مسئول بسیاری از اثرات آنابولیکی هورمون رشد می‌باشد.



عوارض هورمون IGF-1

- سرطان
- احساس خستگی
- تورم عضلات
- مشکلات گوارشی
- هایپوگلیسمی
- افسردگی و سرگیجه
- تعریق، تپش قلب، لرزش، بیقراری
- ناتوانی در تمرکز و سردرد

اريتروپويتين (EPO)



✓ اریتروپویتین یک هورمون طبیعی با ۱۶۵ اسید آمینه می باشد که توسط کلیه ها و کمی توسط کبد در پاسخ به غلظت کم اکسیژن و کاهش گلبول های قرمز ترشح می شود.

✓ دانشمندان با استفاده از فناوری DNA نو ترکیب موفق به ساخت آن شدند. این داروها به سلول های بنیادی خون ساز وارد می شوند و با بهبود بخشیدن ساختار گلبول قرمز اکسیژن رسانی به بافت ها و عضلات بدن را به طور چشمگیری افزایش می دهند.

✓ این دارو ظرفیت هوازی را افزایش داده و ورزشکاران استقامتی مانند دوچرخه سواری و دو ماراتون از آن استفاده می کنند. این دارو در سال ۲۰۰۳ ممنوع شده است.

Treatment of an anemic patient with transfusions (Tx) and then with Epo

Normal



Red blood cell count

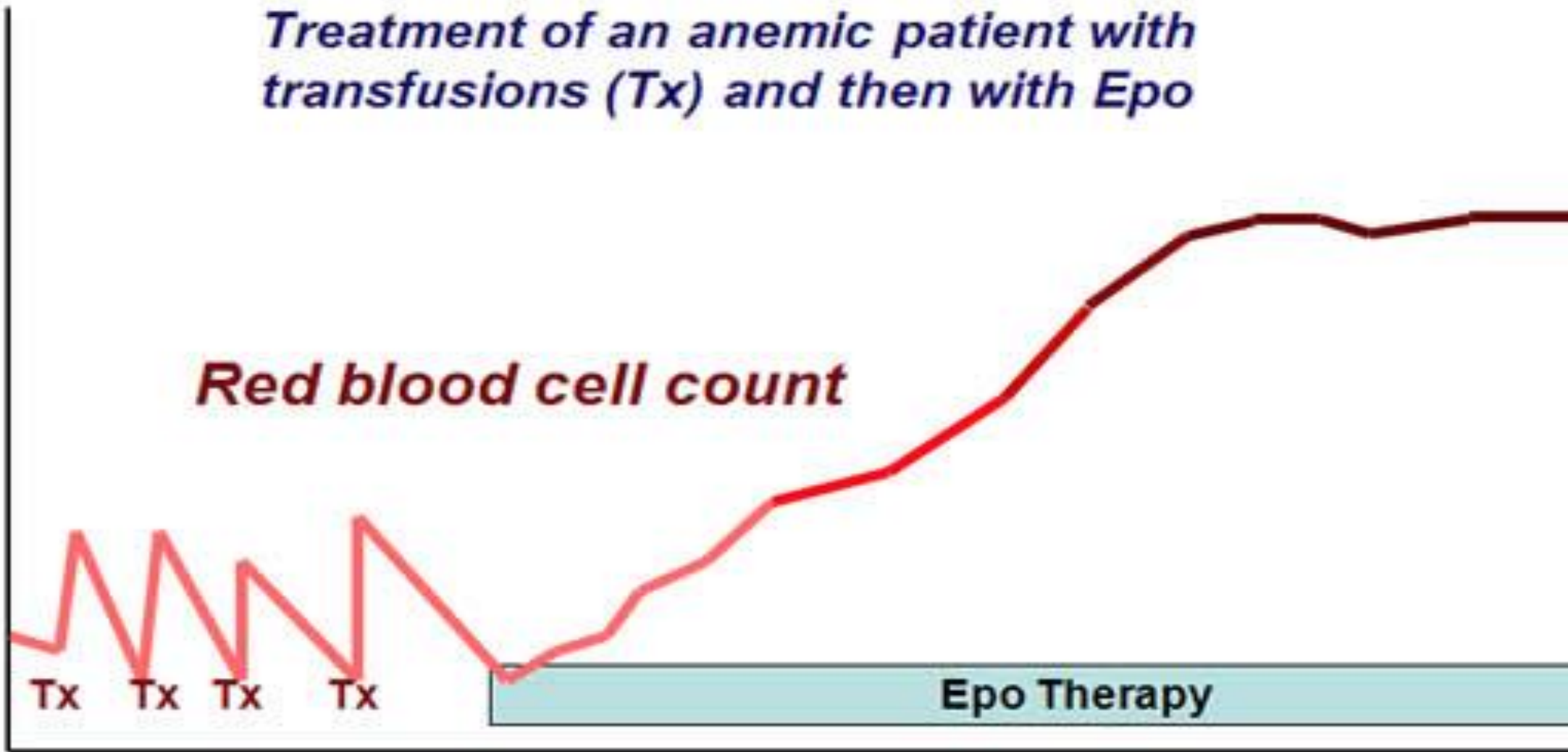
Severe Anemia



Tx Tx Tx Tx

Epo Therapy

Jan Feb Mar Apr May Jun Jul



عوامل تحریک کننده اریتروپوئز (ساخت گلبول قرمز)

- داربی پوئیتین (DEPO)
 - اریتروپوئیتین ها (EPO)
 - EPO-FC
 - پپتیدهای مقلد EPO (برای مثال CNTO 530 and peginesatide; (methoxy polyethylene glycol-epoetin beta (CERA)
- CERA نسل سوم از اریتروپوئیتین است و برعکس EPO نیازمند تزریق در دفعات کمتر است، چون دوامش در بدن بیشتر است.

آگونیست های گیرنده اریتروپوئیتین

- ARA-290
- asialo EPO
- carbamylated EPO

موارد مرتبط با اریتروپوئیتین

عوارض جانبی اریتروپویتین

عوارض این دارو عبارتند از افزایش فشار خون یا بیشتر شدن آن به صورت وابسته به مقدار مصرف، افزایش میزان پلاکت‌ها به صورت وابسته به مقدار مصرف که با ادامه درمان برگشت پذیر است، علایم شبه آنفلونزا و آنافیلاکسی.

اگر سطح هماتوکریت از ۵۰٪ بیشتر شود، فرد دچار پلی‌سیتمی و افزایش ویستکوزیته (غلظت) خون می‌شود و مشکلات عروقی، نارسائی کلیه، حمله قلبی و انفارکتوس ممکن است پدیدار شوند.

عامل القای هیپوکسی HIF

✓مهمترین واسطه پاسخ سلولی به هیپوکسی HIF است. HIF فعال کننده، ژنهایی را در پاسخ انطباقی به هیپوکسی تحت تاثیر قرار می دهند که موارد زیر را ایجاد می کند:

- تولید EPO
- مسیرهای افزایش تولید انرژی سلول
- ایجاد آنژیوژنز

فعال کننده های HIF

- آرگون
- گزنون

تثبیت کننده های عامل القا کننده هیپوکسی

- کبالت
- FG-4592

✓ تثبیت کننده HIF روند HIF فعال کننده را بهبود می بخشد و آنرا حفظ می کند و قادر به کاهش دوره مورد نیاز جهت بهبود جریان خون به عضلات، از ماه ها و هفته ها به چند روز می باشد.

✓ این دارو در ورزش های استقامتی مانند دوچرخه سواری و دو میدانی (ماراتن)، اسکی صحرایی و ... و ورزش های بی هوازی با شدت بالا مورد استفاده قرار می گیرد.

عوارض

➤ اختلالات در گردش خون و خونریزی داخلی اشاره کرد.

➤ کاهش اکسیژن‌رسانی به بافت‌ها منجر به تورم و آسیب بافت‌ها می‌شود که در نهایت در تبادل

اکسیژن و دی‌اکسید کربن بین مویرگ‌ها و بافت‌ها اختلال ایجاد می‌کند.

➤ اختلالات در گردش خون و خونریزی داخلی

گنادوتروپین جفتی، هورمون لوتینی و عوامل آزاد کننده آنها

گنادوتروپین جفتی (CG)

- گنادوتروپین جفتی مشتق شده از یک ماده گلیکوپروتئینی است که توسط جفت ترشح می شود. این هورمون در دوران حاملگی توسط سلول های تروفوبلاست جفتی ساخته می شوند و در صورت تزریق به مردان سبب تحریک سلول های لایدیگ یا بینابینی بیضه برای **تولید تستسترون** می شود.
- همچنین از این دارو برای **ایجاد اختلال در نسبت تستسترون به اپی تستسترون** در تشخیص دوپینگ استفاده می شود.
- تحقیقات **افزایش ۵۰ درصدی تستسترون** را ۲ ساعت پس از تزریق این دارو نشان داده است.
- موارد مصرف این دارو در درمان های بالینی تلقیح مصنوعی و درمان **نازایی** می باشد.
- این دارو در بین ورزشکاران قدرتی و بدنسازان برای **افزایش حجم عضلانی** استفاده می شود.
- مصرف این دارو در سال ۱۹۸۷ برای مردان **ممنوع** شده است.

عوارض

- سر درد، خستگی، افسردگی، افزایش مقاومت به درمان و بزرگ شدن پستان در مردان اشاره کرد.
- هیچ تاثیر شناخته شده ای بر روی متابولیسم چربی ها و توزیع چربی در بدن ندارد.

هورمون لوئینی LH

- این هورمون توسط سلول های گنادوتروف هیپوفیز قدامی ساخته می شود. این هورمون در مردان باعث تحریک ترشح هورمون **تستسترون** می شود.
- موارد مصرف این دارو نیز در درمان های بالینی تلقیح مصنوعی و درمان نازایی می باشد.
- این دارو در بین ورزش های قدرتی، بدنسازان برای افزایش حجم عضلانی، دو میدانی، کشتی، وزنه برداری و فوتبال استفاده می شود.
- مصرف این دارو برای مردان ممنوع شده است.
- از عوارض این دارو می توان به بزرگ شدن خوش خیم پستان در مردان اشاره کرد.

عوامل آزاد کننده گنادوتروپین جفتی، هورمون لوتینی در مردان

- Buserelin
- Gonadorelin
- Leuprorelin

کورتیکوتروپین و عوامل آزاد کننده آن

✓ کورتیکورلین از عوامل آزاد کننده کورتیکوتروپین می باشد.

✓ این هورمون یک پلی پپتید دارای ۴۱ اسید آمینه است که بطور طبیعی توسط کورتیکوتروف هیپوفیز قدامی در پاسخ به استرس ساخته می شود و سبب تحریک هورمون های قشر آدرنال می شود.

✓ دوره مصرف کوتاه آن سبب ترشح کورتیزول (اثر مثبت بر خلق و خوی و جلوگیری از افسردگی) و اندروژن (برای تولید تستسترون) می شود اما مصرف بلند مدت آن سبب کاهش سنتز پروتئین و تحلیل بافت عضلانی می شود.

✓ از عوارض آن می توان به فشار خون بالا، دیابت، زخم معده، واکنش حساسیت زا (کهیر)، اثرات تحریک پذیری (خود کشی)، نرم شدن بافت همبند، تضعیف استخوان، آلزایمر و افسردگی اشاره کرد.

سایر فاکتورهای رشدی ممنوعه

MGF (Mechano growth factor)

HGF (Hepatocyte growth factor)

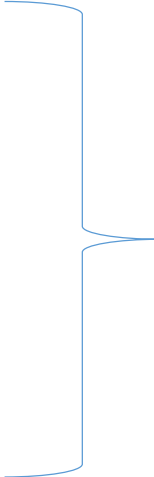
FGF (Fibroblast growth factor)

PDGF (Platelet-derived growth factor)

VEGF (Vascular endothelial growth factor)

GHRPs (Synthetic Growth Hormone-Releasing Peptides)

IGF (Insulin-like growth factor)



عوامل عروق زایی

Growth Factors, Growth Hormone Related and Other Peptides

Growth Factors	Growth Hormone related peptides			Other Peptides
	GHRH analogs	Ghrelin analogs	Other	
FGF	GHRH	GHRP-6	IGF-1 & analogs (MGF, long R ³ IGF-1)	Thymosinβ4
HGF	CJC-1295	GHRP-2 (pralmorelin)	IGF-2	
MGF		GHRP-4	Insulin & analogs	
PDGF		GHRP-5	AOD-9604	
VEGF		GHRP-1		
		Hexarelin		
		Ipamorelin		
		Alexamorelin		

MGF

- فرمی از IGF-1 است که به آن فاکتور رشدی مکانیکی می گویند. اما گیرنده های آن متفاوت می باشد.
- در اثر تمرینات وزنه و تحت فشار قرار گرفتن عضلات آزاد می شود.
- ترشح MGF در عضلات باعث فعال شدن و تکثیر سلول های ماهواره ای می شود این سلول ها سبب رشد و جایگزینی و ترمیم در بافت می شوند.
- با تقسیم سلولی میوپلاست سبب افزایش حجم عضلانی، کاهش حجم توده چربی و افزایش چگالی استخوان می شود.
- در ورزش از این ترکیب برای افزودن بر حجم توده عضلانی و کاستن از حجم توده چربیهای زاید، افزودن بر استقامت بدن، تقویت سیستم ایمنی، حفظ سلامت پوست، کاهش کلسترول خون، افزایش چگالی استخوان ها، تسریع ریکاوری و موارد مشابه استفاده می شود.

اثرات مصرف MGF

1. هایپرتروفی
2. کاهش توده چربی
3. افزایش استقامت
4. بهبود سیستم ایمنی و پوست
5. تقویت استخوان ها

از عوارض مصرف آن هایپوگلیسمی، رشد معده و روده، احتباس آب، خواب آلودگی، قرمزی و خارش پوست می باشد.

HGF

- فاکتور رشدی هیپاتوسیت یا کبدی است که نقش مهمی در توسعه اندام جنینی، بازسازی اندام بزرگسالان، بهبود زخم و آنژیوژنز دارد.
- از اثرات آن می توان رشد و تحرک سلول و مورفوژنز (با فعال کردن تیروزین کیناز) را نام برد.

فاکتورهای رگ زایی یا آنژیوژنز (VEGF، FGF، PDGF)

❑ فاکتورهای رگ زایی در پاسخ به هیپوکسی و شرایط کم اکسیژن بیان می شوند.

• **PDGF** (عامل رشد اپیدرمال) یکی از عوامل رشدی با ساختار پروتئینی ۵۳ اسید آمینه ای است که در رشد و متابولیسم سلول ها دخیل است. این فاکتور رشدی مشتق شده از پلاکت سبب تقسیم سلولی می شود و بطور خاص به آنژیوژنز می پردازد و بدین ترتیب حجم عضلانی را افزایش می دهد.

• **VEGF** در ایجاد رگ های خونی جدید کاربرد دارد و از پلاکت، غدد عرق و دوازدهه برای تکثیر و تقسیم سلولی ترشح می شود. این فاکتور رشدی سبب افزایش ارسال اکسیژن و سایر مواد مغذی به بافت عضلانی می شود.

• **FGF** فاکتور رشدی فیبروبلاست است که سبب رگ زایی، بهبود زخم و رشد و نمو جنین می گردد. همچنین برای تکثیر و تمایز طیف گسترده ای از سلول ها و بافت ها کاربرد دارد. مهم ترین عمل آن آنژیوژنز و نوروژنز می باشد.

❑ از عوارض سوء استفاده از فاکتورهای رگ زایی می توان به سرطان، تومور و ضعف سیستم ایمنی نام برد.



فولیستاتین (Follistatin)

- فولستاتین یک پروتئین تک زنجیره با ۲۸۸ اسید آمینه است که می تواند جایگاه مایوستاتین را بلوکه کند و از اتصال آن به گیرنده اش جلوگیری و مانع تحلیل عضلانی می شود.
- مایوستاتین به عنوان قوی ترین عامل مهار رشد و تکثیر سلول عضلانی شناخته می شود که باعث تحلیل عضلات و شکستن پروتئین در عضلات و اتروفی عضلات می شود.
- به طور طبیعی در بدن تولید می شود.
- هنوز تحقیقی در مورد تاثیرات و عوارض آن بر انسان صورت نگرفته است فقط در حیوانات سبب رشد عضلانی شده است.