Glycémie et diabète

Fiche de terminale SVT · Flux de glucose et régulation hormonale

Glycémie. La glycémie est la concentration de glucose dans le sang. Elle varie autour d'un ordre de grandeur voisin de 1 g/L.

1. Quels organes contrôlent les flux de glucose ?

Intestin. Après un repas, une partie du glucose issu de la digestion passe de l'intestin grêle dans le sang.

Foie. Le foie stocke du glucose sous forme de glycogène. Entre les repas, il peut mobiliser cette réserve et libérer du glucose dans le sang.

Muscles. Les muscles prélèvent du glucose et peuvent le mettre en réserve sous forme de glycogène pour leur propre usage.

2. Comment le pancréas régule-t-il la glycémie ?

Hormones. Les cellules β et α des îlots du pancréas sécrètent respectivement l'insuline et le glucagon. Les cellules cibles répondent grâce à des récepteurs adaptés.



Rétrocontrôle négatif · La réponse atténue la variation initiale

Les flèches en pointillés représentent la réduction de la variation de glycémie qui a déclenché la réponse.

Rétrocontrôle. Chaque réponse réduit la variation de glycémie qui l'a déclenchée. Lorsque la glycémie revient vers sa valeur habituelle, le signal de départ s'atténue.

Comparer les deux types de diabète

Fiche de cours · Disponibilité et action de l’insuline

Dans les deux types de diabète, la glycémie peut rester élevée. Pour expliquer cette hyperglycémie, pose deux questions distinctes. Le pancréas sécrète-t-il assez d’insuline pour les besoins de l’organisme ? Les tissus répondent-ils suffisamment à l’insuline présente ?

Diabète de type 1 et manque d’insuline. Dans le diabète de type 1, une réaction auto-immune détruit des cellules β du pancréas. La sécrétion d’insuline devient insuffisante. Le muscle reçoit moins de signal pour capter le glucose et le foie reçoit moins de signal pour le stocker et limiter sa libération. Ce défaut d’insuline peut donc expliquer une hyperglycémie.

Diabète de type 2 et résistance à l’insuline. Dans le diabète de type 2, les tissus répondent moins bien à l’insuline. C’est l’insulinorésistance. Le pancréas peut d’abord compenser en sécrétant davantage d’insuline. Avec l’évolution de la maladie, la sécrétion peut devenir insuffisante au regard des besoins. Ainsi, un indice d’insuline élevé associé à une glycémie élevée peut orienter le raisonnement vers une réponse réduite des tissus, qu’il faut ensuite tester.

Repère	Diabète de type 1	Diabète de type 2
Défaut étudié en priorité	Sécrétion d’insuline insuffisante après perte de cellules β	Réponse diminuée des tissus à l’insuline
Effet d’une même dose d’insuline sur un tissu dans un modèle	Réponse qui peut être proche de celle du témoin	Réponse plus faible que celle du témoin
Ce que tu dois chercher dans les documents	Glycémie élevée avec peu d’insuline, puis réponse préservée du tissu	Glycémie élevée malgré l’insuline, puis réponse réduite à dose égale

Méthode pour l’étude de documents

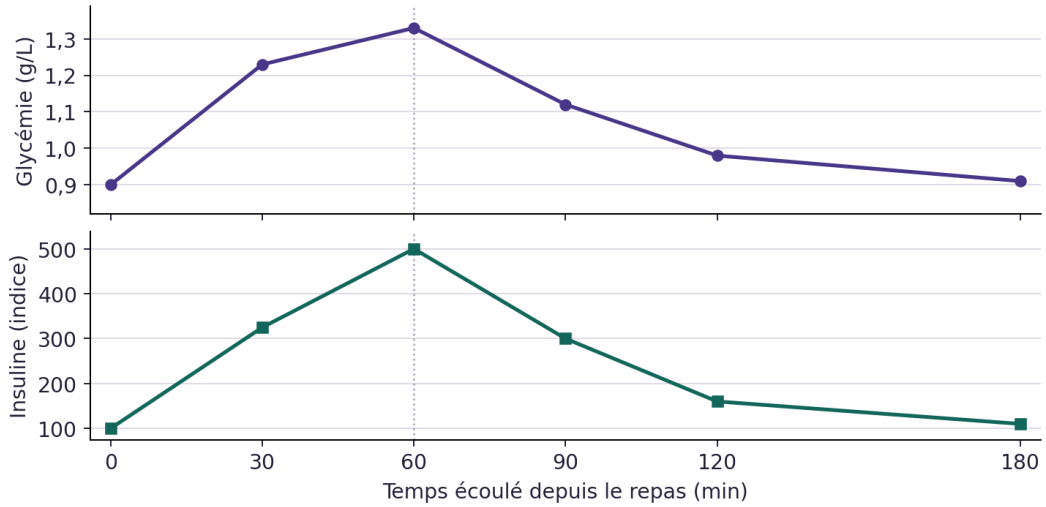
1. **Identifier la mesure.** Note la grandeur, l’unité et la condition de mesure. Un indice de 200 correspond à deux fois la valeur de référence fixée à 100.
2. **Choisir la comparaison.** Sur une courbe, compare le même paramètre à deux instants. Dans une expérience, compare chaque lot au témoin adapté.
3. **Construire l’argument.** Donne des résultats chiffrés, puis interprète-les. Deux courbes qui évoluent ensemble suggèrent une relation. Modifie une seule condition pour tester un effet.

Après un repas

Étude de documents 1 · Lire deux courbes et formuler une hypothèse

Une personne prend un repas contenant des glucides à t = 0 min. On relève sa glycémie et un indice d'insuline sanguine pendant trois heures. L'indice 100 correspond à la valeur juste avant le repas. Les points des deux courbes repèrent les mesures simulées.

Document 1 · Mesures autour du repas



Mesures de glycémie et d'insuline pendant trois heures. Données simulées.

Temps (min)	Glycémie (g/L)	Insuline (indice)
0	0,90	100
30	1,23	325
60	1,33	500
90	1,12	300
120	0,98	160
180	0,91	110

Questions

1. Relève la glycémie initiale, la valeur maximale mesurée et l'instant de ce maximum. Calcule l'augmentation par rapport à t = 0.

2. À quel instant le maximum d'insuline est-il mesuré ? Par quel facteur l'indice a-t-il été multiplié depuis le départ ?

3. Compare les deux valeurs mesurées à 180 minutes aux valeurs initiales et décris l'évolution de la glycémie après 60 minutes.

4. Propose une hypothèse expliquant le retour de la glycémie vers sa valeur initiale. Quelle comparaison expérimentale permettrait de tester une action de l'insuline ?

Le foie et le muscle

Étude de documents 2 · Comparer les effets de deux hormones

On répartit des échantillons hépatiques dans trois lots. Ils ont des réserves de glycogène initiales comparables, reçoivent le même milieu et sont suivis pendant la même durée. On ajoute de l'insuline ou du glucagon selon le lot. Le lot sans hormone ajoutée sert de témoin.

Une seconde expérience mesure la quantité de glucose prélevée par des fragments de muscle dans des milieux qui ont la même concentration initiale en glucose. L'indice 100 correspond au témoin musculaire.

Document 2A · Réponse du foie

Le flux net indique le glucose libéré dans le milieu, rapporté à la masse de tissu et au temps. Données simulées.

Hormone ajoutée	Flux de glucose (µmol/g/h)	Glycogène final (mg/g)
Aucune (témoin)	2,0	24
Insuline	1,0	31
Glucagon	4,6	15

Document 2B · Réponse du muscle

Captation du glucose par le muscle. Données simulées.

Hormone ajoutée	Captation du glucose (indice)
Aucune (témoin)	100
Insuline	185
Glucagon	102

Questions

1. Calcule les deux écarts entre le lot hépatique avec insuline et le témoin. Que traduisent-ils pour le stockage et la libération du glucose ?
2. Calcule le rapport entre les flux de glucose avec et sans glucagon. Relie ce résultat à la quantité finale de glycogène.
3. Calcule l'effet observé de chacune des hormones sur l'indice de captation musculaire. Quelle hormone a l'effet le plus marqué ici ?
4. À partir des deux documents, justifie pourquoi la réponse à l'insuline après un repas et celle au glucagon entre deux repas s'opposent aux variations initiales de glycémie.

Calculs et observations à citer

Deux profils à expliquer

Étude de documents 3 · Croiser un dosage et un test sur des cellules

Dans un modèle fictif, on compare un profil de référence R et deux profils A et B. Tous reçoivent le même apport de glucose. On relève la glycémie et l'indice d'insuline à 120 minutes. L'indice 100 représente la concentration d'insuline du profil R avant l'apport.

On place ensuite des cellules musculaires des trois profils dans le même milieu glucosé. Pour chaque profil, on conserve un lot sans insuline ajoutée et on ajoute la même dose d'insuline au second lot. Toutes les mesures de captation sont exprimées sur la même échelle, avec R sans ajout à l'indice 100.

Document 3A · Mesures à 120 minutes

Glycémie et insuline sanguine des trois profils. Données simulées.

Profil	Glycémie (g/L)	Insuline (indice)
R (référence)	0,98	160
A	1,92	20
B	1,80	420

Document 3B · Réponse des cellules à l'insuline

Indice de captation du glucose par les cellules musculaires. Données simulées.

Profil	Sans ajout d'insuline	Avec insuline
R (référence)	100	190
A	101	185
B	99	115

Questions

1. À 120 minutes, compare les glycémies et les indices d'insuline des profils A et B au profil R. Relève au moins une valeur de chaque grandeur par profil.
2. Pour R, A et B, calcule le gain de captation dû à l'ajout d'insuline, en points d'indice. Quel profil présente la réponse la plus faible ?
3. En utilisant les deux documents, explique quel profil correspond surtout à un manque d'insuline et quel profil correspond surtout à une faible réponse à l'insuline.
4. Rapproche chacun de ces mécanismes d'un type de diabète. Pourquoi un seul relevé de glycémie ne permettrait-il pas de distinguer les deux mécanismes ?

Calculs et observations à citer

Corrigé de l’étude 1

Courbes de glycémie et d’insuline après un repas

1. La glycémie augmente de 0,43 g/L

Elle passe de 0,90 g/L à t = 0 à un maximum mesuré de 1,33 g/L à 60 minutes. La différence vaut 1,33 − 0,90 = 0,43 g/L. Des relevés plus rapprochés permettraient de préciser l’instant du pic.

2. L’indice d’insuline est multiplié par cinq

Son maximum mesuré est de 500 à 60 minutes. Le rapport à la valeur initiale vaut 500 ÷ 100 = 5. Ce calcul compare deux valeurs du même indice. Il indique un changement relatif d’insuline par rapport au début du suivi.

3. La glycémie et l’indice reviennent près du départ

Après 60 minutes, la glycémie diminue à chaque relevé. À 180 minutes, elle est de 0,91 g/L contre 0,90 g/L au départ. L’indice d’insuline est revenu à 110 contre 100 au départ. Les valeurs finales sont proches des valeurs initiales, avec un écart de 0,01 g/L pour la glycémie et de 10 points pour l’indice.

4. Une expérience doit isoler l’ajout d’insuline

Le glucose absorbé contribue à la hausse après le repas. La montée de l’insuline suggère qu’elle favorise ensuite le prélèvement ou le stockage du glucose. Pour tester cette hypothèse, on peut exposer deux échantillons de muscle à la même concentration de glucose et ajouter de l’insuline à un seul. Une captation plus forte dans l’échantillon qui reçoit l’insuline étayerait l’hypothèse. L’exercice 2 utilise cette comparaison.

À retenir. La lecture des courbes établit une succession de valeurs et une association. La manipulation ciblée de l’insuline permet de tester un effet.

Corrigé de l’étude 2

Effets de l’insuline et du glucagon sur le foie et le muscle

1. Avec l’insuline, le foie libère moins de glucose et garde plus de glycogène

Le flux net passe de 2,0 à 1,0 µmol/g/h, soit une diminution de 1,0 µmol/g/h. Le glycogène final passe de 24 à 31 mg/g, soit 7 mg/g de plus. Puisque les lots ont des réserves initiales comparables, ces résultats concordent avec une augmentation de la mise en réserve du glucose et une baisse de son flux net vers le milieu.

2. Avec le glucagon, le flux de glucose est 2,3 fois celui du témoin

Le rapport vaut 4,6 ÷ 2,0 = 2,3. La masse finale de glycogène est de 15 mg/g contre 24 mg/g chez le témoin, soit 9 mg/g de moins. La hausse de la libération de glucose associée à une réserve finale plus basse appuie l’idée que le glucagon favorise la mobilisation du glycogène du foie.

3. L’insuline a l’effet le plus marqué sur la captation musculaire

L’indice gagne 85 points avec l’insuline (185 − 100) et 2 points avec le glucagon (102 − 100). Au vu des valeurs de l’exercice, la réponse musculaire à l’insuline est bien plus forte. Il faudrait des données sur la variabilité et le nombre de mesures pour dire si l’écart de 2 points est reproductible.

4. Les tissus contribuent au retour de la glycémie

Après un repas, une hausse de glycémie stimule les cellules β. L’insuline agit sur les cellules cibles, favorise le prélèvement du glucose par le muscle et freine la libération hépatique, ce qui contribue à faire baisser la glycémie. Entre les repas, la diminution de glycémie favorise la libération de glucagon par les cellules α. En réponse, le foie libère davantage de glucose, ce qui tend à faire remonter la glycémie.

À retenir. Les deux expériences mesurent des réponses différentes. Le foie module son flux vers le sang et le muscle module notamment la quantité de glucose qu’il prélève.

Corrigé de l’étude 3

Manque d’insuline ou insulinorésistance ?

1. La glycémie est plus élevée dans A et B, avec des indices d’insuline différents

La glycémie atteint 1,92 g/L dans le profil A et 1,80 g/L dans le profil B, contre 0,98 g/L dans R. L’insuline est à l’indice 20 dans A, bien en dessous de R (160). Elle est à l’indice 420 dans B, au-dessus de R.

2. La réponse la plus faible est celle des cellules B

L’insuline ajoutée fait gagner 90 points à R (190 − 100), 84 points à A (185 − 101) et 16 points à B (115 − 99). On compare le changement dans chaque profil, car les indices sans ajout diffèrent légèrement.

3. A manque surtout d’insuline et B y répond peu

Dans A, l’indice sanguin est faible malgré une forte glycémie et les cellules réagissent presque autant que celles de référence quand de l’insuline leur est fournie. Cela oriente vers un manque d’insuline. Dans B, l’indice sanguin est élevé et, à dose ajoutée égale, les cellules prélèvent peu de glucose supplémentaire. Ces observations concordent avec une insulinorésistance.

4. Les profils illustrent deux mécanismes qui peuvent élever la glycémie

A illustre le défaut de sécrétion associé au diabète de type 1. B illustre la réponse insuffisante des tissus qui caractérise le diabète de type 2. Une glycémie élevée est compatible avec les deux. Comparer la quantité d’insuline présente et la réponse à une même dose permet de localiser le défaut dans les profils de l’exercice.

À retenir. Un dosage renseigne sur l’insuline présente. Le test à dose identique renseigne sur l’effet de l’insuline sur les cellules.