

THE HISTORY OF BIOCHEMISTRY

УДК 577.114+577.124+57.053

doi: <https://doi.org/10.15407/ubj96.04.106>ФЕНОМЕН ГЕРТІ КОРІ: ПЕРША ЖІНКА – ЛАУРЕАТКА
НОБЕЛІВСЬКОЇ ПРЕМІЇ В ГАЛУЗІ
ФІЗІОЛОГІЇ ТА МЕДИЦИНИВ. М. ДАНИЛОВА[✉], М. В. ГРИГОР'ЄВА, С. В. КОМІСАРЕНКО

Інститут біохімії ім. О. В. Палладіна НАН України, Київ;

[✉]e-mail: valdan@biochem.kiev.ua

Отримано: 08 червня 2024; Виправлено: 08 липня 2024; Затверджено: 25 липня 2024

Герті Корі – перша жінка, яка отримала Нобелівську премію в галузі фізіології і медицини, перша жінка – нобеліантка в Сполучених Штатах і третя жінка – нобеліантка в усьому світі після Марії Кюрі-Скłodовської та її доньки Ірен Жоліо-Кюрі. Феномен Герті Корі полягає в тому, що шлях до визнання її наукових здобутків був досить довгим і непростим, проте вона його пододала завдяки своїм феноменальним здібностям і стійкому характеру. Нобелівську премію з фізіології та медицини 1947 року з простим і коротким формулюванням «за відкриття процесу каталітичного перетворення глікогену» вона отримала разом зі своїм чоловіком і незмінним співробітником Карлом Корі. Це відкриття, на думку Нобелівського комітету, є одним із найвидатніших досягнень біохімії.

Ключові слова: Нобелівська премія, глюкоза, глікоген, цикл Корі, глюкозо-1-фосфат, глюкозо-6-фосфат, гексокіназа, фосфоглюкомутаза, фосфорилаза, інсулін, адреналін, діабет.

Розпочнемо нашу серію оглядових статей про жінок – лауреаток Нобелівської премії з нагадування про те, що впродовж майже всієї історії людства (до XX ст.) жінок взагалі не допускали до науки та медицини. Максимум, що було доступно – медсестра або акушерка [1]. Проте, попри дискримінацію та заборони, деяким жінкам вдалося змінити хід історії. І серед цих жінок, які зробили надважливий внесок у розвиток медицини, почесне місце належить Герті Корі [2, 3].

Герті Корі стала першою жінкою, яка отримала Нобелівську премію в галузі фізіології та медицини, першою жінкою – нобеліанткою в Сполучених Штатах і третьою жінкою – нобеліанткою в усьому світі (після Марії Кюрі-Скłodовської та її доньки Ірен Жоліо-Кюрі) [4]. Але шлях до визнання, який вона пододала завдяки своїм феноменальним здібностям і стійкому характеру, був досить непростим. Цій видатній особистості ми присвячуємо свій описовий нарис.



Герті Тереза Корі [5]

Корі Герті Тереза (Радниц) (англ. Cori Gerty Theresa (Radnitz)), народилась 15 серпня 1896 р. у Празі (на той час Чехія входила до складу Австро-Угорщини) у родині хіміка–бізнесмена, керівника цукрорафінадного заводу в Богемії

Отто Радниц і Марти Радниц (Неуштадт). Початкову і середню освіту Герті отримала в приватних вчителів, а потім – у гімназії в Тетхені (зараз Дечин в Чехії), яку закінчила в 1914 р. У цьому ж році під впливом брата матері – професора педіатрії, вона вступила до медичної школи німецького університету Карла Фердинанда (Carl Ferdinand University) в Празі з метою вивчати медицину. Тут вона познайомилась зі студентом-медиком *Карлом Фердинандом Корі*, з яким її об'єднувало багато інтересів – любов до природи та захоплення фундаментальними науковими дослідженнями. Ще в студентські роки Герті і Карл розпочали дослідження *сироваткового комплексу* – комплексу сироваткових протеїнів, що беруть участь в імунних реакціях і опублікували свою першу спільну дослідницьку роботу про імунні тіла при захворюваннях [6]. Це був початок їхньої подальшої продуктивної співпраці. Пізніше Карл напише про Герті: *«Вона була студенткою, молодою жінкою з шармом, життєвою силою, інтелектом, почуттям гумору і любов'ю до відкриттів – рисами, які відразу ж привернули мою увагу»* [6].

Перша світова війна перервала їхню медичну освіту. У 1916 році Карл був призваний до австрійської армії, а Герті провела наступні два роки, працюючи асистентом у медичній школі і виконуючи рутинну роботу.

Відновивши навчання на медичному факультеті після війни, вони в 1920 р. одночасно отримали ступені докторів наук з медицини і одружилися, незважаючи на страх сім'ї Карла, що єврейське походження Герті завадить кар'єрі сина. І хоча, Герті прийняла католицизм, їй не вдалося заспокоїти їхні страхи [4].

Того ж 1920 року подружжя переїхало до Відня. Тут Герті Корі два роки працювала асистентом у Каролінській дитячій лікарні, досліджуючи кретинізм у дітей (через уроджене порушення функції щитоподібної залози), а Карл – у Віденському університеті. Згодом Карл перейшов до Грацького університету, але Герті не змогла отримати там посаду і залишилася у Відні [4].

Слід зазначити, що в Європі після Першої світової війни панував розбрат і антисемітизм. Подружжя Корі зрозуміло, що за таких умов неможливо успішно займатися науковою роботою через національність Герті. До того ж у неї розвинулись симптоми ксерофтальмії (висихання рогівки ока, гіповітаміноз А), спричинені нестачею харчування. Тому подружжя вирішило покинути Старий світ і переїхати до Сполучених Штатів [4].

У 1922 р. Карл Корі отримав роботу біохіміка в Баффало (Buffalo), штат Нью-Йорк, в Державному інституті злоякісних утворень (у подальшому Інститут раку імені Розуелла Парка (Roswell Park Cancer Institute). Але для Герті там посади не знайшлося; тільки через півроку Карл знайшов їй місце роботи асистентом-патологоанатомом, а пізніше вона стала працювати асистентом-біохіміком. З ентузіазмом вони сприйняли американську культуру та спосіб життя і в 1928 р. стали громадянами Сполучених Штатів, жодного разу не пошкодувавши про своє рішення емігрувати [4].

Дослідницька діяльність

У 1923 р. Герті одноосібно опублікувала серію статей про вплив рентгенівських променів на шкіру і на метаболізм органів тіла [7, 8]. Можливо, ці ранні роботи з джерелами випромінювання призвели пізніше до летального захворювання її кісткового мозку – *мієлосклерозу*.

А поки що подружжя зацікавилось обміном вуглеводів у тканинах у нормі і за злоякісних пухлин [9-11]. Крім того, вони вивчали вплив *оваріоектомії* на ріст злоякісних клітин. Основна частина із вісімдесяти публікацій між 1922 і 1931 роками були спільними. Питання, яким вони найбільше переймалися, полягало в тому, як регулюється рівень цукру в крові [12-14].

У 1931 р. подружжя Корі переїхали до Сент-Луїса (штат Міссурі) для роботи в Медичній школі Вашингтонського університету, де чоловікові запропонували посаду професора фармакології, а Герті (хоча вона вже була відомим науковцем) – лише посаду наукового співробітника із зарплатою в одну десяту від зарплати чоловіка. Фінансування наукових досліджень Г. Корі було настільки малим, що вона змогла їх проводити тільки разом з чоловіком [5].

Характерною особливістю дослідницької роботи Герті Корі була виключна відповідальність і точність проведення експериментів. Вона рішуче виступала проти дилетантства в науці.

Продовжуючи дослідження обміну вуглеводів, Г. і К. Корі звернули особливу увагу на



Герті і Карл Корі в лабораторії [5]

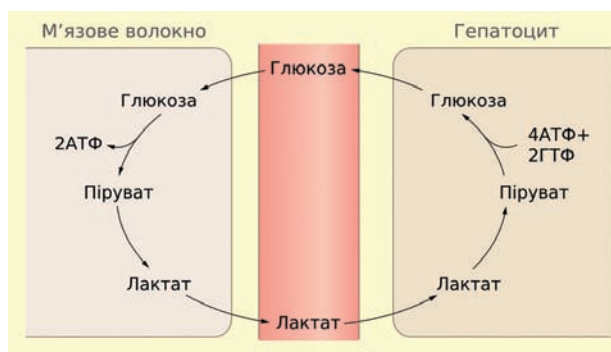
перетворення глюкози і глікогену в тканинах тварин. Глікоген було виявлено в 1857 р. французьким фізіологом Клодом Бернаром [15], у клітинах печінки експериментальних тварин, де він знайшов велику кількість крохмалеподібної речовини. Полісахарид глікоген, як і полісахарид крохмаль, складається з молекул α -D-глюкози, але має більш розгалужені молекули, подібні до амілопектину крохмалю. Лінійні відрізки основного ланцюга глікогену вміщують 6–12 залишків молекули глюкози, з'єднаних α -1,4-глікозидними зв'язками, а розгалуження формуються завдяки α -1,6-глікозидним зв'язкам [15, 16].

Найбільша кількість глікогену міститься в печінці (2–5%) та м'язах (0,5–2%) хребетних. За норми в печінці людини у вигляді глікогену знаходиться запас глюкози приблизно на три дні. І це дуже важливо через те, що саме глюкоза є основним джерелом енергії для життєдіяльності клітин.

Герті і Карл Корі зацікавились питанням, яким чином глюкоза потрапляє до печінки і як з неї синтезується запасний вуглевод глікоген? На той час було відомо, що крохмаль (амілоза і амілопектин) з їжею надходить у кишечник і за дії ензиму підшлункової залози амілази розщеплюється до молекул глюкози. Потім глюкоза крізь стінки тонких кишок переходить у кров і судинами воротної вени переноситься до клітин печінки, де перетворюється на глікоген і накопичується для подальшого використання.

Глікоген, у свою чергу, може розщеплюватись до глюкози, яка поступає у кров [18].

Але як відбувається біосинтез глікогену і його розщеплення біохімікам не було відомо. Внаслідок ретельно проведених досліджень у 30–40-х р. XX ст. Герті і Карл Корі розшифрували біохімічні реакції синтезу і розщеплення глікогену. Тому повний цикл цього взаємного перетворення називається *циклом Корі*. Спрощено його можна описати таким чином: *цикл Корі* – це метаболічний цикл, в якому глюкоза перетворюється до лактату (молочної кислоти) внаслідок анаеробного катаболізму в скелетних м'язах, лактат транспортується кров'ю до печінки, де з нього знову синтезується глюкоза, яка переноситься назад до м'язів [17].



Спрощена схема циклу Корі [17]

Більш детально цей цикл можна описати таким чином: для скорочення м'язового волокна необхідна енергія АТФ, яка може бути отримана у процесі аеробного окислення органічних речовин за умови достатнього надходження кисню. Такий тип метаболізму спостерігається у більшості невеликих хребетних тварин навіть за умов великої фізичної активності. Проте, у великих хребетних, таких як людина, при дуже інтенсивному навантаженні кровоносна система не встигає постачати кисень до м'язів; крім того, коли скоротлива активність досягає 70% максимально можливої (наприклад під час бігу на короткі дистанції) м'язи стискають кровоносні судини і обмежують кровопостачання. В таких умовах гліколіз все ще відбувається, проте утворений піруват не може вступати у цикл трикарбонових кислот. Тому він відновлюється до лактату, за рахунок НАДН, щоб зробити можливим подальше протікання гліколізу (для чого потрібний НАД⁺). Утворений лактат викидається у кров і транспортується до

інших тканин, де він може бути використаний як джерело енергії. Значна частина лактату транспортується до печінки, де він знову окислюється до пірувату і використовується для синтезу глюкози в процесі глюконеогенезу. Утворена глюкоза виділяється гепатоцитами в кров і знову може поглинатись скелетними м'язами для поповнення запасів глікогену або розщеплення і отримання АТФ [19, 20].

Таким чином, цикл Корі є прикладом так званого сусбстратного циклу, який виникає у випадку паралельного протікання двох протилежноспрямованих метаболічних шляхів (в циклі Корі – гліколізу і глюконеогенезу). Проте глюкозо-лактатний цикл частково розділений в часі і повністю просторово. У цьому випадку спостерігається така закономірність: молочнокисле бродіння у м'язах дає 2 моля АТФ на моль глюкози, тоді як синтез одного моля глюкози за глюконеогенезу у печінці вимагає гідролізу шести молекул АТФ (чотирьох АТФ і двох ГТФ). Відновлення використаного у печінці АТФ відбувається завдяки окисному фосфорилуванню, що потребує наявності кисню. Після інтенсивного фізичного навантаження весь накопичений лактат перетворюється до глюкози приблизно за 30 хв. В цей час спостерігається підвищення споживання організмом кисню, потрібного для «виплачування» так званого кисневого боргу, що виникає у період інтенсивного навантаження [19, 20].

Успіх вчених у з'ясуванні глюкозо-лактатного циклу став можливим завдяки розробленим ними точним аналітичним методам визначення глюкози, глікогену, молочної кислоти, неорганічних і органічних фосфатів, що є сильною стороною і відмінною рисою всієї їхньої подальшої роботи.

У 1936 р., застосувавши розроблені кількісні аналітичні методи для виявлення гексозних монофосфатів в глікогенолізі, Герті і Карл Корі ізолювали із м'язів жаби *глюкозо-1-фосфат*, який згодом було названо *ефіром Корі* [21-23]. З цього часу подружжя зацікавилось *ензимологією*, зосередившись на *фосфорилазі* – ензимі, який розщеплює глікоген із вивільненням *глюкозо-1-фосфату* [24, 25].

П'ять років потому, виділивши та очистивши до кристалічної форми *фосфорилазу* вони виявили, що цей ензим існує як в активному, так і в неактивному стані. Ці дві форми одного ензиму вони назвали відповідно *фосфорилазою*

«а» і *фосфорилазою «б»*, а пізніше встановили біохімічні умови, за яких має місце перетворення неактивної форми *фосфорилази* в активну [26-28]. Повідомляючи про дві форми фосфорилази та їх взаємозв'язки, подружжя Корі передбачили регуляцію за допомогою фосфорилування протейнів, яке, як тепер відомо, є *основним регуляторним механізмом численних клітинних процесів* [29].

Апогеєм цих досліджень стало здійснення у 1944 р. *синтезу глікогену в пробірці*. Вихідними речовинами були: *коротколанцюговий глікоген, глюкоза, фосфат* і три виділені ензимами – *гексокіназа, фосфоглюкомутаза і фосфорилаза* [30].

У такий спосіб Корі підтвердили свою гіпотезу щодо синтезу глікогену з глюкози в три етапи. На першому етапі *глюкоза фосфорилується гексокіназою з утворенням глюкозо-6-фосфату*. Але глікоген із цієї сполуки не утворюється. На другому етапі за участю *фосфоглюкомутази глюкозо-6-фосфат* перетворюється на *глюкозо-1-фосфат*, з якого за участю *фосфорилази* і синтезується *глікоген*. За розщеплення глікогену реакції перетворення проходять у протилежному напрямі, а на останньому етапі замість гексокінази діє ензим *фосфатаза* [30].

До робіт Корі вважалося, що глікоген у печінці і м'язах, як і крохмаль в кишечнику розщеплюється за дії *амілази* (амілолітичний шлях). Але вони чітко *продемонстрували роль у цьому процесі ензиму фосфорилази, тобто запропонували фосфоролітичний шлях перетворення глікогену в тканинах людини і тварин* [30].

Проте, за такою схемою синтезується лінійна структура глікогену, де молекули глюкози з'єднуються *α -1,4-глікозидними зв'язками*, хоча глікоген – це компактно розгалужена молекула. Герті Корі виявила ще один, так званий розгалужувальний ензим – *аміло-1,6-глюкоксидазу*, яка бере участь у синтезі і розщепленні розгалуженої форми глікогену з утворенням *α -1,6-глікозидних зв'язків* [16, 31]. Ця новаторська робота привела до з'ясування ензиматичних дефектів при захворюваннях, пов'язаних із накопиченням глікогену і сприяла поширенню результатів фундаментальних наукових відкриттів на клінічну сферу, зокрема і на сферу педіатрії, з якої Г. Корі розпочинала свій науковий шлях.

Слід зазначити що, крім відкриття каталітичного перетворення глікогену, Герті Тереза Корі зробила внесок у вивчення впливу гормонів, зокрема *інсуліну та адреналіну*, на обмін речовин, що розширило розуміння ролі гормонів у регуляції обміну речовин в організмі [32-34]. Подружжя Корі дослідили *біохімічний механізм дії інсуліну* – гормону, який синтезується в клітинах острівців Лангерганса підшлункової залози і надходить у кров. Вони показали, що нестача інсуліну в організмі людини призводить до захворювання на *цукровий діабет* першого типу.

Запропонований Герті і Карлом Корі механізм синтезу і розщеплення глікогену в печінці та м'язах тварин і людини, доповнений і деталізований іншими дослідниками, залишається загальноприйнятим й дотепер.

У 1947 р. подружжю Герті і Карлу Корі було присуджено Нобелівську премію з фізіології та медицини з коротким формулюванням «за відкриття каталітичного перетворення глікогену». Цю премію вони розділили з аргентинським фізіологом *Бернардо Усаєм*. У вітальній промові дослідник із Каролінського інституту *Аксель Хуго Теорелль* (Axel Hugo Theorell) зазначив, що для хіміків *безперечним доказом шляху утворення речовини є його синтез. Професор і доктор Корі домоглися дивовижних результатів – вони синтезували глікоген в пробірці за допомогою ензимів, які вони виділили в чистому вигляді і механізм дії яких вони розкрили. Цей синтез був би неможливий лише методами органічної хімії. Ензими, які одержали Корі, дозволили здійснити цей синтез так, як вони каталізують певні реакції утворення хімічних зв'язків в організмі. Він також додав, що відкриття подружжям Корі ензиматичного механізму зворотних перетворень глюкози є геніальним захисним механізмом. Коли надходження глікогену загрожує закінчитися, втручається ензим, який на деякий час інактивує фосфорилазу, що розщеплює глікоген, і таким чином зберігає останні залишки глікогену. Богатство винаходів природи справді вражає* [35].

Після одержання премії Герті продовжувала досліджувати хімічну будову *глікогену* і на початку 50-х років XX ст. встановила біохімічні порушення, які є причиною *глікогенозів* [18]. За цих захворювань глікоген накопичується в клітинах печінки та інших тканин у кількості,



Подружжя отримують Нобелівську премію [5]

що значно перевищує фізіологічну. Вона показала, що *глікогенози* є групою спадкових захворювань, які пов'язані з нестачею певних ензимів, що беруть участь у перетворенні глікогену. Це було темою її останньої опублікованої роботи в 1957 р. [37].

Спільні інтереси подружжя Корі не обмежувалась лабораторними стінами. Вони обидва полюбили походи, займались альпінізмом в австрійських Альпах і в американських Скелястих горах, любили грати в теніс, кататися на ковзанах і працювати в саду. Народження у 1936 р. сина Томаса Карла не змінило повної відданості Герті Корі роботі.

Останні роки життя і визнання

В останні роки життя Герті страждала на *мієлосклероз* – важку хворобу, за якої кістковий мозок поступово заміщується волокнистою сполучною тканиною. Вона впродовж 10 років боролась із цією хворобою, постійно роблячи переливання крові, але не припиняла наукові дослідження. Герті Корі пішла з життя 26 жовтня 1957 р. у себе вдома у Глейделі (штат Міссурі).

Було важко змиритися з тим, що ця енергійна, комунікабельна людина з її швидким, гострим розумом і пристрасною любов'ю до науки, яка надихала всіх, хто проводив час у лабораторії, пішла з життя. Після її смерті вчені з усіх частин Сполучених штатів зібрались на панахиду в Сент-Луїсі. Вони прослухали магнітофонний запис, який Герті зробила для телевізійного фільму Едварда Марроу «У що я вірю». *«В житті вченого, – казала Герті, – бувають такі рідкісні моменти, які настають після років виснажливої праці, коли завеса над таємницею природи, здається раптово піднімається і те, що вважалось у пільмі і хаосі, стає світлим і гармонійним»* [5]. А Бернардо Усай, з яким вони розділили Нобелівську премію 1947 р., сказав, що життя Герті Корі було *«прекрасним прикладом служіння ідеалам... прогресу науки і блага людства»* [36].

Вчені з усього світу стікались в її лабораторію – цю Мекку ензимології, щоб попрацювати з подружжям Корі. Серед тих, у кого вони були наставниками, шестеро згодом отримали Нобелівські премії.

Герті завжди пам'ятала, яким важким був її шлях до визнання і особливо приязно ставилась до жінок – науковиць. Незважаючи на її видатні наукові відкриття, тільки в 1944 р. вона отримала посаду ад'юнкт-професора біохімії в медичній школі Вашингтонського університету. Вершини академічних сходів – повної професорської посади, вона досягла лише незадовго до отримання Нобелівської премії.

І тільки наприкінці життя, Герті Корі була нагороджена, окрім Нобелівської премії, багатьма іншими науковими відзнаками, зокрема премією Сквібба Американського ендокринологічного товариства (спільно з К. Корі, 1947), дослідницькою премією Національної академії США (1950) медаллю Гарвена Американського хімічного товариства (1948), премією Борденна за медичні досягнення Американської асоціації медичних коледжів (1951) та ін. [37].

Вона також була обрана членом Національної академії наук США, Американської академії наук і мистецтв, Американського товариства біохіміків, НАН США, Американського хімічного товариства, Американського філософського товариства, а також почесним доктором низки найпрестижніших американських університетів, у тому числі Бостонського (1948), Йельського (1951), Колумбійського (1954), Рочестерського (1955) [37].

У 1979 р. Міжнародний астрономічний союз присвоїв ім'я Герті Терези Корі кратеру на звороті Місяця. Її ім'я також носить один із кратерів на планеті Венера [37, 38].

На честь Герті Корі відкрито зірку на Сент-Луїській «Алеї слави» [38]. 6 березня 2008 р. в США було випущено поштову марку, присвячену Герті Терезі Корі, на якій зображено її портрет та схематичну формулу глюкозо-1-фосфату [38].



Поштова марка [38]

Герті Тереза Корі була не просто науковцем, вона була новатором, яка проклала шлях для майбутніх поколінь жінок у науці й надихнула безліч людей на пошук істини в галузі наук про життя (медико-біологічних) наук.

Робота виконувалась за замовленням НАН України: КПКВК : 6541230, Державний реєстраційний номер: 0124U000283. Напрям фінансування: 2.1 - фундаментальні дослідження.

THE GERTY CORI PHENOMENON: THE FIRST WOMAN NOBEL LAUREATE IN PHYSIOLOGY AND MEDICINE

V. M. Danilova, M. V. Grigorieva,
S. V. Komisarenko

Palladin Institute of Biochemistry, National
Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv;
e-mail: valdan@biochem.kiev.ua

Gerty Cori was the first woman awarded the Nobel Prize in Physiology or Medicine, the first woman the Nobel Prize laureate in the United States, and the third woman the Nobel Prize laureate worldwide following Marie Curie-Skłodowska and her daughter, Irene Joliot-Curie. Despite a challenging and lengthy path to recognition, Gerty Cori's exceptional qualities and strong character led to her success. In 1947, she was awarded the Nobel Prize in Physiology or Medicine jointly with her husband and lifelong research partner Carl Cori "for their discovery of the course of the catalytic conversion of glycogen". The Nobel Committee recognized this discovery as one of the most outstanding achievements in biochemistry.

Key words: Nobel Prize, glucose, glycogen, Cori cycle, glucose-1-phosphate, glucose-6-phosphate, hexokinase, phosphoglucomutase, phosphorylase, insulin, adrenaline, diabetes.

References

- McGrayne, Sharon B. Nobel Prize Women in Science: Their Lives, Struggles and Momentous Discoveries. Malden, MA: Joseph Henry Press, 1998. 451 p.
- Cohn, Mildred. Carl and Gerty Cori. In Creative Couples in Science (Lives of Women in Science), edited by Helena M. Pycior, Nancy G. Slack, Pnina G. Abir-Am. Piscataway, New Jersey: Rutgers University Press, 1995.
- Danylova T.V., Komisarenko S.V. It is time to pay tribute to women in science: the women who won the Nobel prizes in Chemistry and Physiology or Medicine. *Ukr Biochem J.* 2024; 96(3): 122-142.
- Larner J. Gerty Theresa Cori. 1896-1957. Biographical memoirs. National Academy of Science. Washington, 1992; Vol. 61: 111-135.
- Gerty Cori. Nobel Prize in Physiology or Medicine 1947. Regime of access : <https://www.nobelprize.org/womenwhochangedscience/stories/gerty-cori>.
- Carl Cori. Biographical. Regime of access : <https://www.nobelprize.org/prizes/medicine/1947/cori-cf/biographical/>
- Cori GT. The effect of x-ray on the skin of vitally stained white mice. *Soc Exp Biol Med.* 1923; 21(2): 123.
- Cori GT. Comparison of the sensitiveness of different organs of the mouse toward x-ray. *J Cancer Res.* 1924; 8(4): 522.
- Cori CF, Cori GT. The carbohydrate metabolism of tumors. I. The free sugar, lactic acid, and glycogen content of malignant tumors. *J Biol Chem.* 1925; 64(1): 11-22.
- Cori CF, Cori GT. The carbohydrate metabolism of tumors. II. Changes in the sugar, lactic acid, and CO₂-combining power of blood passing through a tumor. *J Biol Chem.* 1925; 65(2): 397-405.
- Cori GT. The insulin content of tumor tissue. *J Cancer Res.* 1925; 9(3): 408-410.
- Cori CF, Cori GT. The mechanism of epinephrine action. I. The influence of epinephrine on the carbohydrate metabolism of fasting rats, with a note on new formation of carbohydrates. *J Biol Chem.* 1928; 79(1): 309-319.
- Cori CF, Cori GT. The mechanism of epinephrine action. II. The influence of epinephrine and insulin on the carbohydrate metabolism of rats in the post absorptive state. *J Biol Chem.* 1928; 79(1): 321-341.
- Cori CF, Cori GT. The mechanism of epinephrine action. III. The influence of epinephrine on the utilization of absorbed glucose. *J Biol Chem.* 1928; 79: 343-355.
- Illingworth B, Larner J, Cori GT. Structure of glycogens and amylopectins. I. Enzymatic determination of chain length. *J Biol Chem.* 1952; 199(2): 631-640.
- Larner J, Illingworth B, Cori GT, Cori CF. Structure of glycogens and amylopectins. II. Analysis by stepwise enzymatic degradation. *J Biol Chem.* 1952; 199(2): 641-651.
- Corey cycle. Regime of access : https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A6%D0%B8%D0%BA%D0%BB_%D0%9A%D0%BE%D1%80%D1%96#/media/%D0%A4%D0%B0%D0%B9%D0%BB:Cori_cycle_uk.svg.

18. Gerty Cori – Nobel Lecture. Regime of access : <https://www.nobelprize.org/prizes/medicine/1947/cori-gt/lecture/>
19. Cori GT, Cori CF. The formation of hexosephosphate esters in frog muscle. *J Biol Chem.* 1936; 116(1): 119-128.
20. Cori CF, Cori GT. Mechanism of formation of hexosemonophosphate in muscle and isolation of a new phosphate ester. *Soc Exp Biol Med.* 1936; 34(5): 702-705.
21. Cori CF, Schmidt G, Cori GT. The synthesis of a polysaccharide from glucose-1-phosphate in muscle extract. *Science.* 1939; 89(2316): 464-465.
22. Green AA, Cori GT. Crystalline muscle phosphorylase. I. Preparation, properties, and molecular weight. *J Biol Chem.* 1943; 151(1): 21-29.
23. Cori GT, Green AA. Crystalline muscle phosphorylase. II. Prosthetic group. *J Biol Chem.* 1943; 151(1): 31-38.
24. Cori CF, Cori GT, Green AA. Crystalline muscle phosphorylase. III. Kinetics. *J Biol Chem.* 1943; 151(1): 39-55.
25. Cori GT, Cori CF. Crystalline muscle phosphorylase. IV. Formation of glycogen. *J Biol Chem.* 1943; 151(1): 57-63.
26. Cori GT, Cori CF. The enzymatic conversion of phosphorylase a to b. *J Biol Chem.* 1945; 158(2): 321-332.
27. Hassid WZ, Cori GT, McCready RM. Constitution of the polysaccharide synthesized by the action of crystalline muscle phosphorylase. *J Biol Chem.* 1943; 148(1): 89-96.
28. Cori, Carl F. and Cori, Gerty T. "Polysaccharide Phosphorylase." In Nobel Lectures in Physiology or Medicine 1942–1962. Amsterdam: Elsevier Publishing Company, 1964. Regime of access : <https://ia801402.us.archive.org/21/items/in.ernet.dli.2015.144119/2015.144119.Physiology-Or-Medicine-1942-1962.pdf>.
29. Cori GT, Larner J. Action of amylo-1,6-glucosidase and phosphorylase on glycogen and amylopectin. *J Biol Chem.* 1951; 188(1): 17-29.
30. Cori CF, Cori GT. The influence of epinephrine and insulin injections on hexosemonophosphate content of muscle. *J Biol Chem.* 1931; 94(2): 581-591.
31. Hegnauer AH, Cori GT. The influence of epinephrine on chemical changes in isolated frog muscle. *J Biol Chem.* 1934; 105(4): 691-703.
32. Colowick SP, Cori GT, Slein MW. The effect of adrenal cortex and anterior pituitary extracts and insulin on the hexokinase reaction. *J Biol Chem.* 1947; 168(2): 583-596.
33. The Nobel Prize in Physiology or Medicine 1947. Presentation Speech by Professor H. Theorell, Head of the Biochemical Nobel Department of the Royal Caroline Institute. Regime of access : <https://www.nobelprize.org/prizes/medicine/1947/ceremony-speech/>
34. Illingworth B, Cori GT, Cori CF. Amylo-1,6-glucosidase in muscle tissue in generalized glycogen storage disease. *J Biol Chem.* 1956; 218(1): 123-129.
35. Cori GT. Biochemical aspects of glycogen deposition disease. *Bibl Paediatr.* 1958; (66): 344-358.
36. Bernardo Alberto Houssay. Britannica. Regime of access : <https://www.britannica.com/science/glucose>.
37. Cori Gerty Theresa. Electronic Jewish Encyclopedia. Regime of access : <https://eleven.co.il/jews-in-world/science/15857/>
38. The Nobel Prize in Physiology or Medicine 1947 - Gerty Cori. Regime of access : https://www.stampcommunity.org/topic.asp?TOPIC_ID=40073&whichpage=13.