

# Как може графенът в дрехите да ни спаси от ухапвания от комари?



## Автори:

Синтия Кастильо, Дон Ли, Мучун Лиу и др.

## Редактори:

Годжи Калка, Маделин Коркоран и Станка Георгиева

## Накратко

Не би ли било чудесно, ако дрехите можеха изцяло да ни предпазят от ухапвания от комари? Така биха се намалили сърбежът и разпространението на **пренасяните от комари болести**. За да разберем дали това е възможно, проверихме дали много тънкото, но изключително здраво вещество **графен** може да превърне дрехите в щит срещу комарите. В лабораторен експеримент изложихме на ухапвания от комари хора, които бяха облечени с а) дрехи без защитни елементи, б) **тензух** или в) тензух с графен. Установихме, че графенът

предпазва хората от ухапване. Изненадахме се, че той не само създава физическа бариера срещу хоботчетата на комарите, но и блокира химическите сигнали, които те използват, за да регистрират човешко присъствие. При сухи условия слой от графен показва двоен потенциал за защита. Наличието на пот или вода пък намали силата му срещу комарите, но открихме модифицирана форма, „редуциран графен“, която защитава тялото дори в мокро състояние.

## Въведение

Ухапванията от комар не са просто нещо досадно и неприятно, а биха могли да доведат и до сериозни последствия. Няма друго животно, което с ухапването си да убива повече хора или да пренася толкова зарази. Комарите са най-големите **преносители** на много **инфекциозни болести**. Хората често използват химически препарати за защита от комари, но те могат да имат неприятни странични ефекти, както за самите човешки същества, така и за околната среда. Хората са съветвани да носят дълги дрехи, за да се защитят, но комарите имат много сложен апарат за ухапване, съставен от шест супер тънки иглички и триончета, който им позволява да достигат до

кожата през дрехите. Искахме да разберем дали можем да добавим нетоксичен **наноматериал** към дрехите, който да ги направи **непропускливи** за комари. **Графенът** е добър вариант – това е материал, направен от въглерод на много тънки слоеве, който вече се използва с други цели при производството на дрехи – например защитава срещу ултравиолетови лъчи или куршуми. Но досега не са се е тествало дали този материал може да бъде използван за защита от комари.

Проведохме няколко експеримента с живи хора и комари, както и някои изчисления, за да разберем дали това е възможно.

## Методи

За лабораторните си експерименти набрахме доброволци, които се съгласиха да бъдат ухапани от комарите *Aedes aegypti* в контролирана среда. (Използваните комари са отгледани в стерилни лабораторни условия и не пренасят никакви зарази.)

Доброволците изложиха малка част от кожата на ръката си на около 100 комара за пет минути в модифицирана пластмасова кутия (Фиг. 1).

Изпробвахме три различни сценария на **случаен принцип**:

Комари на...

- Гола кожа
- Кожа, покрита с тензух
- Кожа, покрита с тънък слой графен, върху който има тензух



**Фигура 1**

Комарите *Aedes aegypti* върху гола кожа в лабораторията ни. Излагането на ухапвания на открита кожа бе **контрол (контролна група)**. Жълтите стрелки показват начини на ухапване.

## Резултати

- Открихме, че **тънкият слой графен под тензуха предпази хората от ухапвания** – комарите не успяха да проникнат през материята и нямаше подувания (Фиг. 2).
- Оголената кожа получи най-много ухапвания от комари (средно около 16). На второ място по ухапвания беше кожата, покрита само с тензух (около 10 при петминутно излагане).
- Също така комарите **кацаха по-рядко и прекарваха по-малко време върху кожата, покрита с графен.**
- Върху гола или покрита с тензух кожа комарите

Записахме с видео камера поведението на комарите (дали са кацнали на кожа, колко са останали там и дали са започнали да смучат кръв).

Също така преброихме ухапванията, които всеки доброволец получи при всички сценарии, въз основа на броя подувания, появили се по кожата им след това.

Накрая проверихме какво се случва, ако напоим тензуха с малко вода или пот, като опитахме и малко по-различна версия на слоя ни с графен, наречен „редуциран графен“.

Освен експериментите ни с живи комари, тествахме и физическата способност на тънки игли да продупчат графеновите ни материали и направихме компютърна симулация, за да установим дали хоботчетата на комарите са достатъчно силни, за да проникнат през графена.

кацнаха средно около 23 пъти и престоят им бе от по 1-2 минути. За сравнение, по-малко от 10 комара средно са кацнали на графеновия слой и са останали там за много по-кратки периоди.

- Експериментите за силата на ухапванията с игли, както и компютърната симулация, потвърждават, че комарите нямат достатъчно сила, за да пробият сухия слой графен.

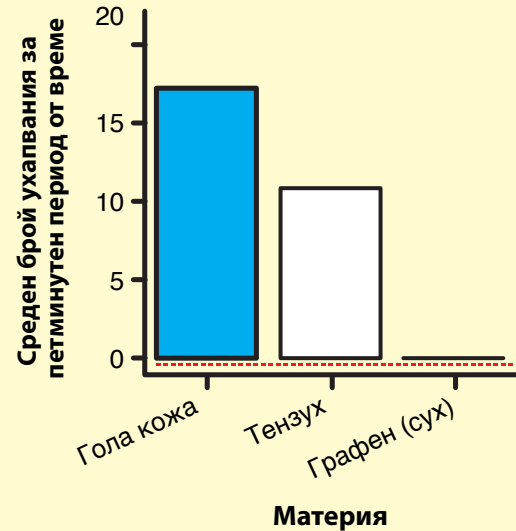
**Вижте фигура 2  
на страница 3**

**Фигура 2:**

Средният брой ухапвания от комари на 6.5 квадратни сантиметра за петминутен период от време върху три различни материи (гола кожа, тензух и слой графен с тензух).

**Въпрос:**

Коя материя е била най-ефективна при защита от ухапвания?



## Дискусия

Графенът е очевидно ефективен при предпазването от ухапвания от комари. Бяхме изненадани и от това колко по-малко комари са кацнали върху покритата с графен кожа. Изглежда те дори не са се опитали да проникнат през графена! Това ни подсказва, че се случва и още нещо: може би графенът е блокирал и химическите сигнали от кожата, нужни на комарите да локализируют жертвите си.

Искахме да се уверим, затова напоихме слоя с графен с вода или пот. Изведнъж комарите кацнаха отново и започнаха да хапят през материята.

Това показва две неща:

**1.** Вероятно сухият графен държи комарите настрана, като не допуска химическите сигнали да

стигнат до тях.

**2.** Водата или потта нарушават графеновия слой и го правят промокаем за комари.

За щастие можем да възстановим химическата и физическата бариера като леко променим графеновата материя, която намалява ухапванията от комари и при сухи, и при мокри условия. Но тази версия на графена не е толкова дишаща, колкото оригиналната.

Надяваме се, че изследването ни ще вдъхнови производителите да разработят дрехи с графеново покритие, което не позволява на комарите да ни ухапват дори и при мокри и влажни условия, които все пак да са дишащи и удобни за носене.

## Заклучение

Въпреки че комарите само се опитват да се нахранят, болестите, които понякога пренасят, могат сериозно да ни навредят. Най-добрата защита от зараза е въобще да не бъдем ухапани.

- Носете защитно облекло, когато сте на място, където има комари. По-добре носете блузи и панталони с дълги ръкави и крачоли, дори да нямат графеново покритие!

- Спете под мрежа против комари.
- Не дръжте около себе си съдове със застояла вода (в нея комарите снасят яйцата си).
- Когато пътувате из места, където има комари, се уверете, че сте си взели правилните медикаменти и подходящите репеленти.

## Речник на термините

**Болести, пренасяни от комари** – заболявания, които се пренасят от комари. Често комарите само пренасят микроорганизмите, които причиняват болестта, но всъщност не са засегнати от тях. Когато комарите ухапват хора или животни и започнат да смучат кръв, те първо инжектират течност в раната, за да попречат на кръвосъсирването. Така те предават на хората или животните микроорганизмите, които причиняват заразата. Някои от предаваните по този начин болести са маларията, жълтата треска, денгата и вирусът Зика.

**Графен** – вещество на основата на въглерод, което формира тънки слоеве. За експериментите си използвахме вариант, който технически се нарича „графенов оксид“ (GO), както и леко модифициран вариант с по-малко съдържание на кислород, наречен „редуциран графенов оксид (rGO)“. Графенът е обявен за „най-силното вещество“ и вече има множество приложения: соларни панели, тенис ракети или дрехи, за да ги направи по-устойчиви срещу ултравиолетови лъчи или куршуми.

**Контрол (контролна група)** – стандартът спрямо който учените правят сравнения в даден експеримент. В нашия случай, контролната група са хората, които излагат голата си кожа на ухапвания от комарите. Така може да се направят сравнения с ухапвания през тензуха и графена.

**Наноматериал** – супер тънък материал. Графенът е пример за такъв тип материал, като учените дори го наричат „двуизмерен“, защото плътността му се състои само от един слой атоми!

**Непропусклива** – повърхност, която не може да бъде продупчена. Например хоботчетата на комарите не могат да проникнат през графеновия слой – слой е непропусклив.

**Преносител** – разпространител на микроорганизми, като бактерии или вируси, които разболяват хората. Комарите са преносители на множество различни болести, но те самите не е задължително да се заразяват от тях.

**Случаен принцип** – метод, основан на шанса на участниците в тестването да им бъде назначено едно и също лечение, за да се намали влиянието на други фактори. В нашия случай на случаен принцип доброволците изложиха на комарите гола ръка, ръка, покрита само с тензук или ръка, покрита със слой графен.

**Тензук** – едро-тъкан памучен плат.

## Проверка на знанията

1. Защо ухапванията от комари не са безобидни?
2. Не бихме ли могли просто да използваме химически препарати срещу комарите?
3. Как открихме, че графенът предпазва от ухапванията от комари?
4. Защо решихме, че графенът не служи само за физическа бариера срещу хоботчетата на комарите?
5. Как потвърдихме хипотезата си, че графенът действа и като химическа бариера?
6. Какъв беше проблемът, когато върху графена попаднаха вода или пот?

## ДОПЪЛНИТЕЛНА ИНФОРМАЦИЯ

Cintia J. Castilho, Dong Li, Muchun Liu, Yue Liu, Huajian Gao, and Robert H. Hurt (2019): Mosquito bite prevention through graphene barrier layers. PNAS

<https://www.pnas.org/content/116/37/18304>

Digital.bg: 9 невероятни приложения на графена.

<https://www.digital.bg/9-neveroqtni-prilozheniq-na-grafena-article664678.html>

БГ Наука: Графенов щит дава обещание за предпазване от ухапвания на комари.

<https://nauka.bg/grafenov-shtit-dava-obeshtanie-predpazvane-uhapvaniya-komari/>