Цус, цусан бүтээгдэхүүнд агуулагдах зарим эрдсийн түвшинг хадгалалтын хугацаатай уялдуулан судалсан дүн

Г.Одончимэг[1], Б.Цацралт-Од[1], Н.Эрдэнэбаяр[2], Л.Баярмагнай[3]

[1]АШУҮИС, Био-Анагаахын сургууль, Физиологийн тэнхим
[2]Цус сэлбэлт судлалын үндэсний төв
[3]АШУҮИС, Нийгмийн Эрүүл Мэндийн сургууль
Цахим шуудан: odonchimeg7045@gmail.com, Утас: 88093194

Түлхүүр үг:

Даршилсан улаан эсийн бүтээгдэхүүн
Хадгалалтын хугацаа
Гиперкалиеми
Гипонатриеми

Товч утга:

Үндэслэл: Цус, цусан бүтээгдэхүүн анагаах ухааны салбарт хэрэглэгдэж эхэлсэн цагаас түүнд агуулагдах биохимийн нэгдлүүдийн хадгалалтын хугацаанаас хамаарсан өөрчлөлтийн талаар олон улсын судлаачид ажиглалтын болон эмнэл зүйн туршилт судалгааг хийж, улмаар том цар хүрээтэй хагалгаа, зүрхний нээлттэй мэс засалд орж буй өвчтөнүүд болон эрчимт эмчилгээний тасгийн хүнд өвчтөнүүдэд бэлтгэгдээд удаагүй цус, цусан бүтээгдэхүүн хэрэглэх зөвлөмж гаргасаар ирсэн. Бөөрний хүнд хэлбэрийн эмгэгийн үед калийн бага хэмжээний хэлбэлзэл нь аюулд хүргэхүйц байж болох бөгөөд 1 нэгж улаан эсийн бүтээгдэхүүн хэрэглэхэд калийн түвшин 0.07 ммоль/л–р ихэсдэг гэвэл их хэмжээгээр улаан эсийн бүтээгдэхүүн сэлбэх нь калийн түвшинг огцом нэмэгдүүлдэг ба энэ нь мөн хадгалалтын хугацаатай шууд хамааралтай болохыг судлаачид тогтоосон юм[14,16,17]. Монгол улсын хувьд Дэлхийн Эрүүл Мэндийн Байгууллагын санал зөвлөмжийн дагуу цус, цусан бүтээгдэхүүнүүдийг үйлдвэрлэн түгээх үйл ажиллагааг олон улсын чанар стандартыг баримтлан хэрэгжүүлдэг[1,9]. Одоогийн байдлаар манай оронд цус, цусан бүтээгдэхүүнд агуулагдах эрдсийн түвшин, хадгалалтын хугацааны хамаарлыг тодорхойлсон судалгаа хийгдээгүй байна. **Зорилго:** Цус, цусан бүтээгдэхүүнд агуулагдах зарим эрдсийн түвшинг хадгалалтын хугацаатай харьцуулан судлах. **Арга, аргачлал:** Бид судалгаагаа агшингийн загвараар, ЦССҮТ-д цусаа хандивласан 20 донороос бэлтгэсэн 130 даршилсан улаан эсийн бүтээгдэхүүнийг $+2^0$C - $+6^0$C хэмд хадгалж 1, 7, 14, 21, 28, 35, болон 42 дахь хоногтойд нь натри, хлор, калийн түвшинг тодорхойлов. Ингэхдээ АШУҮИС-ийн Судалгааны ёс зүйн хяналтын хорооны хурлаар хэлэлцүүлж, зөвшөөрөл авч хийж гүйцэтгэв. Лабораторийн шинжилгээг Mindray BS-800M биохимийн бүрэн автомат анализатрын ион-селектив электродын аргаар хэмжсэн. Үр дүнг “Stata 14” программыг ашиглан боловсруулав. **Үр дүн:** Судалгааны эхний өдрийн натрийн дундаж хэмжээ 144.4±4.4 мЭк/л байсан ба 42 дэх өдөр 113.8±5.8 мЭк/л болж буурсан. Калийн дундаж хэмжээ 1 дэх өдөр 8.3±3.2 мЭк/л байсан ба 42 дэх өдрийн калийн дундаж хэмжээ 50.9±5.4 мЭк/л болж өссөн бол хлорын дундаж хэмжээ 107.9±5.3 мЭк/л байсан нь 42 дэх өдрийн хэмжилтэнд 97.5±2.4 мЭк/л болж тус тус буурсан байгаа нь тодорхойлогдлоо. ($p<0.001$) **Дүгнэлт:** 1. Даршилсан улаан эсийн бүтээгдэхүүний калийн дундаж хэмжээ хэвийн үзүүлэлтээс их гарсан. Натри болон хлорын түвшин хэвийн хэмжээнээс бага байсан. 2. Даршилсан улаан эсийн бүтээгдэхүүний хадгалалтын хугацаа уртсах тусам электролитуудын түвшин өөрчлөгддөг.

Үндэслэл: Цус сэлбэх нь цочмог цус алдалт болон цус багадалттай өвчтөний амь насыг аврах нэн чухал эмчилгээ болдог хэдий ч цаг ямагт тодорхой эрсдлийг дагуулж байдаг[1]. Калийн ион нь мэдрэл, булчин, булчирхай гэх мэт сэрэмтгий эдийн эсийн мембраны цахилгаан хүчдэлийн зөрүүг үүсгэснээр цахилгаан импульс дамжих нөхцлийг хангах үүрэг бүхий эсийн доторх үндсэн катион юм[2]. Сэлбэсэн цусны калийн

ионы ачаалал нь хэвийн үед бөөрөөр цэвэрлэгддэг боловч их хэмжээний цус сэлбэгдсэн өвчтөнд илэрдэг тогтолцооны цусны урсгал багассантай холбоотой бөөрний калийн ион ялгаруулалт буурснаас, цус сэлбэлтийн шалтгаант калийн ион биед хуримтлагддаг байна[3]. Гэмтлийн шалтгаант цус сэлбэх шаардлагатай өвчтөнүүдэд аль болох хүндрэлээс сэргийлэхийн тулд шаардлагагүй цус сэлбэлт хийхгүй байх, бэлдтгэгдээд удсан цусан бүтээгдэхүүнийг олон нэгжээр сэлбэхээс зайлсхийх нь онцгой ач холбогдолтой байдгийг судлаачид онцлон тэмдэглэсэн байна[17]. Цөөнгүй судлаачдын тэмдэглэснээр олон хоног хадгалсан даршилсан улаан эсийн бүтээгдэхүүн нь биохимийн өөрчлөлтөнд орсон байдаг тул аль болох бэлтгэгдээд удаагүй даршилсан улаан эсийн бүтээгдэхүүнийг хэрэглэх нь өвчтөнд илүү үр дүнтэй болохыг дурьдсан байдаг[11].

Манай орны хувьд цус, цусан бүтээгдэхүүн үйлдвэрлэдэг ганц байгууллага нь Цус Сэлбэлт Судлалын Үндэсний Төв юм. Тус төв нь 60-н жилийн түүхтэй бөгөөд Дэлхийн Эрүүл Мэндийн Байгууллагын зөвлөмжийн дагуу, олон улсын чанар стандартыг баримтлан үйл ажилллагаа явуулдаг. Одоогийн байдлаар манай оронд цус, цусан бүтээгдэхүүнд агуулагдах эрдсийн түвшин хадгалалтын хугацааны хамааралыг тодорхойлсон судалгаа хийгдээгүй байгаа нь уг судалгааг хийх үндэслэл болсон.

Зорилго: Цус, цусан бүтээгдэхүүнд агуулагдах зарим эрдсийн түвшинг хадгалалтын хугацаатай харьцуулан судлах.

Зорилт:

1. Даршилсан улаан эсийн бүтээгдэхүүн дэх натри, кали, хлор зэрэг эрдсийн түвшинг тодорхойлох
2. Даршилсан улаан эсийн бүтээгдэхүүний хадгалалтын хугацааг натри, кали, хлорын түвшинтэй харьцуулан судлах

Арга, аргачлал: Бид энэхүү судалгааг нэг агшингийн загвар, ажиглалтын аргаар 2022 онд Цус Сэлбэлт Судлалын Үндэсний Төвд цусаа хандивласан 20 донороос бэлтгэсэн 130 даршилсан улаан эсийн бүтээгдэхүүний сорьцонд хийв.

Цус Сэлбэлт Судлалын Үндэсний Төвийн стандартын дагуу антикоагулянт агуулсан хүүдийд донорууудын цуснаас бэлтгэсэн даршилсан улаан эсийн бүтээгдэхүүнийг Цус Сэлбэлт Судлалын Үндэсний Төвд $+2^0$C-$+6^0$C хэмийн хөргөгчинд хадгалж 1, 7, 14, 21, 28, 35, болон 42 дахь хоногтойд нь натри, хлор, калийн түвшинг Mindray BS-800M биохимийн бүрэн автомат анализатрын ион-селектив электродын аргаар тодорхойлов.

Судалгааны үр дүнгийн статистик боловсруулалт: Үр дүнг “Stata 14” программыг ашиглан боловсруулалтыг хийлээ. Тоон хувьсагчийн тархалтын арифметик дундаж, стандарт хазайлтыг тооцов. Бүлгүүдийн хоорондын статистик ач холбогдол байгаа эсэхийг oneway-ANOVA тест, The Bonferroni тестээр тооцоолсон ба p-утга 0.005-аас бага байх тохиолдолд статистик үнэн магадлалтай гэж үзсэн.

Судалгааны ажлын ёс зүй: Бид АШУҮИС-ийн Судалгааны ёс зүйн хяналтын хорооны хурлаар хэлэлцүүлж, зөвшөөрөл авсан. (АШУҮИС-ийн судалгааны ёс зүйн хяналтын хорооны протокол № 2022/03-05). Мөн судалгаанд ашигласан даршилсан улаан эсийн бүтээгдэхүүнүүдийг Цус Сэлбэлт Судлалын Үндэсний Төвийн дотоод журмын дагуу, ёс зүйн хүрээнд үр ашигтай хэрэглэх зөвшөөрөл авсны дараа судалгааг эхлүүлсэн болно.

Үр дүн: Судалгаанд нийт 19-56 насны 20 донор хамрагдсан бөгөөд дундаж нас нь 30 байв. Эдгээрийн 50% нь байнгын донорын улаан эсийн бүтээгдэхүүн байсан бол 50% нь анх удаа цусаа өгсөн донорынх байв.

Судалгаанд хамруулсан даршилсан улаан эсийн бүтээгдэхүүний (n=130) эрдсийн түвшинийг тодорхойлоход натрийн дундаж хэмжээ 129.4±10.5 мЭк/л тодорхойлогдсон бол хамгийн бага үзүүлэлт нь 102.1 мЭк/л байсан бол хамгийн өндөр үзүүлэлт нь 151.2 мЭк/л байв. Калийн дундаж хэмжээ 31.3±14.8 мЭк/л. Калийн хамгийн бага үзүүлэлт нь 4.43 мЭк/л байсан бол хамгийн өндөр хэмжилт нь 62.52 мЭк/л байв. Хлорын дундаж хэмжээ 101.7±5.1 мЭк/л. Хлорын хамгийн бага хэмжээ нь 89.5 мЭк/л байсан бол хамгийн өндөр хэмжээ нь 117.9 мЭк/л байв. (Хүснэгт 1)

Хүснэгт 1. Даршилсан улаан эсийн бүтээгдэхүүний эрдсийн дундаж хэмжээг тодорхойлсон дүн

Эрдэс (мЭк/л)	Mean	SD	Min	Max
Na^+ (Натри)	129.4	10.5	102.1	151.2
K^+ (Кали)	31.3	14.8	4.43	62.52
Cl^+ (Хлор)	101.7	5.1	89.5	117.9

***Тайлбар**: Mean-дундаж утга, SD-стандарт хазайлт, Min-хамгийн бага утга, Max-хамгийн их утга*

Судалгаанд хамруулсан 42 хүртэлх хоногтой даршилсан улаан эсийн бүтээгдэхүүний (n=130) натри, кали, хлорыг цусны сийвэнд агуулагдах хэвийн хэмжээтэй харьцуулахад нийт даршилсан улаан эсийн бүтээгдэхүүний 66.92% (n=87)-д натрийн агууламж сийвэн дэхь хэвийн хэмжээнээс багассан, нийт даршилсан улаан эсийн бүтээгдэхүүний 95.38% (n=124)-д калийн агууламж сийвэн дэхь хэвийн хэмжээнээс ихэссэн, харин нийт даршилсан улаан эсийн бүтээгдэхүүний 78.46% (n=102)-д хлорын агууламж хэвийн хэмжээтэй тодорхойлогдсон байна. (Хүснэгт 2)

Хүснэгт 2. Даршилсан улаан эсийн бүтээгдэхүүний эрдсийн дундаж хэмжээг хэвийн үзүүлэлттэй харьцуулсан дүн

Эрдэс, Хэвийн хэмжээ	Багассан	Хэвийн	Ихэссэн
Na^+ (135-150 mEq/L)	66.92% (n=87)	32.31% (n=42)	0.77% (n=1)
K^+ (3.6-5.5 mEq/L)	0%	4.62% (n=6)	95.38% (n=124)
Cl^+ (96-108 mEq/L)	11.54% (n=15)	78.46% (n=102)	10% (n=13)

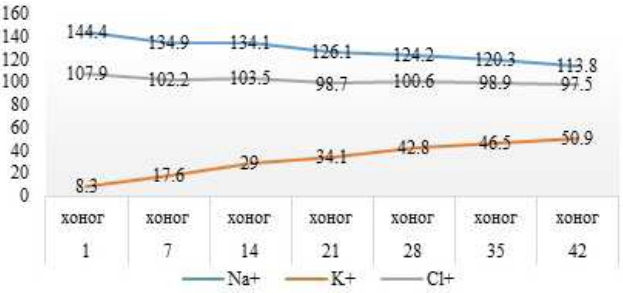
Хадгалалтын эхний өдрийн натрийн дундаж хэмжээ 144.4±4.4 мЭк/л байсан. Уг үзүүлэлт 42 дах өдөр 113.8±5.8 мЭк/л болж буурч байгаа нь ажиглагдлаа. Калийн дундаж хэмжээ 1 дэх өдөр 8.3±3.2 мЭк/л байна. Калийн түвшин 42 дах өдөр 50.9±5.4 мЭк/л байсан бол хлорын дундаж хэмжээ эхний өдөр 107.9±5.3 мЭк/л харин 42 дах өдрийн хэмжилтэнд 97.5±2.4 мЭк/л болж буурч байгаа нь тодорхойлогдлоо. (Хүснэгт 3)

Хүснэгт 3. 1, 7, 14, 21, 28, 35, ба 42 хоногтой даршилсан улаан эсийн бүтээгдэхүүний эрдсийн дундаж хэмжээг тодоройлсон дүн

Эрдэс (мЭк/л)	1 хоног n=20	7 хоног n=20	14 хоног n=20	21 хоног n=20	28 хоног n=20	35 хоног n=20	42 хоног n=10
Na^+	144.4±4.4	134.9±4.2	134.1±4.7	126.1±7.4	124.2±6.2	120.3±5.5	113.8±5.8
K^+	8.3±3.2	17.6±3.6	29±4.2	34.1±3.9	42.8±5.5	46.5±6.2	50.9±5.4
Cl^+	107.9±5.3	102.2±3	103.5±3.1	98.7±5.6	100.6±3	98.9±3.1	97.5±2.4

***Тайлбар**: Na^+ - натри, K^+ - кали, Cl^+ -хлор.*

Даршилсан улаан эсийн бүтээгдэхүүн дэх натри болон хлорын түвшин хоног нэмэгдэх тусам буурах хандлагатай байгаа нь тодорхойлогдсон бол калийн түвшин хоног нэмэгдэх тусам өсөх хандлагатай байгаа нь тус тус ажиглагдлаа. (Зураг 1)



Зураг 1.Даршилсан улаан эсийн бүтээгдэхүүний эрдсийн хадгалсан хугацаатай харьцуулан судалсан дүн

Тайлбар: Na^+ - натри, K^+ - кали, Cl^+ -хлор.

Хэлцэмж: Хадгалалтын эхний өдрийн калийн түвшин 8.3±3.2 мЭк/л, сүүлийн өдөр буюу 42 дэх өдрийн калийн түвшингийн эцсийн үзүүлэлт 50.9±5.4 мЭк/л байсан. Бидний судалгааны дүнд калийн түвшин нэмэгдсэн ($p<0.001$) нь Verma .M (2015) нар болон Samuel .A (2019) нарын судалгааны үр дүнтэй дүйж байна[4,8].

Японы судлаачид Uchida .K (2023) нарын их хэмжээний цус, цусан бүтээгдэхүүн сэлбүүлсний дараа цусан дах калийн хэмжээ огцом өссөн эмнэл зүйн тохиолдлуудыг судалсан бүтээлд тухайн үед хэрэглэгдсэн 7 хоногтой даршилсан улаан эсийн бүтээгдэхүүний калийн хэмжээ 36.3±4.8 мЭк/л, 28 хоногтой бүтээгдэхүүнийх 60.3±4.6 мЭк/л гарсан байгаа нь бидний судалгаатай ойролцоо гарсан байна[14].

Америкийн судлаачид Raza .Sh (2015) нарын эрчимт эмчилгээний тасагт эмчлүүлж буй үйлчлүүлэгчидийн дунд хийсэн проспектив загварын судлагааны үр дүнд сийвэнгийн калийн хэмжээ ихсэх нь 12-с дээш хоног хадгалагдсан даршилсан улаан эсийн бүтээгдэхүүн сэлбэсэн өвчтөнүүдийн дунд илүү их ажиглагдсан гэж тэмдэглэжээ[5]. Германы судлаачид Redlin .M (2014) нарын зүрхний мэс засал хийлгэж буй хүүхдүүдэд даршилсан улаан эсийн бүтээгдэхүүн сэлбэсний дараах эмнэл зүйн судалгааны дүнд 2 долоо хоногоос дээш хугацаагаар хадгалагдсан улаан эсийн бүтээгдэхүүн сэлбэх нь мэс заслын дараах хүндрэлийн эрсдэлийг эрс нэмэгдүүлж, эрт болон урт хугацааны амьдрах чадварыг бууруулж байна гэж тодорхойлсон[13]. Мөн Австралийн судлаачид Monica Suet Ying Ng (2015) нарын даршилсан улаан эсийн бүтээгдэхүүн сэлбэсний дараах эмнэлзүйн байдалд дүгнэсэн мета-анализ судалгааны дүнд зүрхний мэс засал болон эрчимт эмчилгээний тасгийн өвчтөнүүдэд даршилсан улаан эсийн бүтээгдэхүүн сэлбэхдээ хадгалалтын хугацааг илүү анхаарах хэрэгтэй гэдэг зөвлөмж гаргасан байгаа нь биднийг цаашид өөрсдийн судалгаагаа суурь болгож, эмнэл зүйн судалгаа хийх эрмэлзлэл бий болгож байна[18].

Натри нь эсийн гаднах катион бөгөөд цусны хэвийн утга нь 135-145 мЭк/л хооронд хэлбэлздэг. Сорьц авах өдрийн натрийн дундаж утга 144.4±4.4 мЭк/л байна. Хадгалалтын сүүлийн өдөр буюу 42 дэх өдрийн натрийн түвшингийн үзүүлэлт 113.8±5.8мЭк/л ($p<0.001$). Судалгааны хугацаанд натрийн түвшин буурсан ($p<0.001$) нь Verma .M (2015) нар болон Opoku-Okrah .C (2015) нарын судалгааны үр дүнтэй дүйж байна[4,6]. Натрийн түвшин эрс өөрчлөгдөх нь өвчтөнд муугаар нөлөөлдөг. Гипонатриеми нь өвчтөнд хаван үүсэхийг нэмэгдүүлдэг[3].

Хлор нь эсийн гаднах анион бөгөөд хэвийн утга нь 98-108 мЭк/л хооронд хэлбэлздэг[2]. Эхний өдрийн хлоридын дундаж хэмжээ 107.9±5.3 мЭк/л байсан. 42 дэх өдрийн хлорийн түвшингийн эцсийн үзүүлэлт 97.5±2.4 мЭк/л ($p<0.001$). Хлорын түвшин эхний өдрийн үзүүлэлтээс 42 дэх өдрийнх хүртэл буурч байгаа нь Verma .M (2015) нарын судалгааны ойролцоо үр дүнтэй байна.

Дүгнэлт:

1. Даршилсан улаан эсийн бүтээгдэхүүн дэх натри, кали, хлор зэрэг эрдсийн түвшинг тодорхойллоо. Даршилсан улаан эсийн бүтээгдэхүүний калийн дундаж хэмжээ хэвийн үзүүлэлтээс их гарсан. Натри болон хлорын түвшин хэвийн хэмжээнээс бага байсан.
2. Даршилсан улаан эсийн бүтээгдэхүүнийг зохих нөхцөлд хадгалдаг ч хадгалалтын хугацаа уртсах тутам K^+-ийн хэмжээ ихэсч (p-<0.001), Na^+, Cl^+-ын хэмжээ буурч байгаа нь тодорхойлогдлоо (p-<0.001).

Санал, зөвлөмж:

Даршилсан улаан эсийн бүтээгдэхүүн сэлбэх эмчилгээ хийж буй эмч, эмнэлгийн байгууллагад:

1. Даршилсан улаан эсийн бүтээгдэхүүн сэлбэлт хийх хугацаанд гиперкалиемийг эмнэлзүйн шинж, цусны шинжилгээгээр хянах, ялангуяа ЭЭТ-н үйлчлүүлэгч, хүүхэд болон бөөрний хүнд эмгэгтэй өвчтөнүүдэд илүү хяналт тавих
2. Даршилсан улаан эсийн бүтээгдэхүүн сэлбэхээсээ өмнө үйлдвэрлэсэн огноог анхаарах хэрэгтэй

Ном зүй:

1. *Д.Чулуунхүү, Ч.Алимаа, "Аюулгүй цус сэлбэлтийн гарын авлага", Улаанбаатар, 2006. х 58-60.*
2. *Г.Отгон, "Физиологийн үндэс", Улаанбаатар, 2021. х 324.*
3. *П.Пунсалдулам, "Бодисын солилцооны эмгэг судлал", Улаанбаатар, 2009. х 378, 384, 389.*
4. *M. Verma, Dahiya, Malik D, Sehgal PK, "Effect of Blood Storage on Complete Biochemistry," Journal of Blood Disorders and Transfusion, 2015;6(6):1-4.*
5. *S.Raza, "A Prospective Study on Red Blood Cell Transfusion Related Hyperkalemia in Critically Ill Patients," Journal of Clinical Medicine Research,2015;7(6):417-421.*
6. *C. Opoku-Okrah, Change in potassium and sodium concentration in stored blood," Panafrican Medical Journal, 2015;20(236).*
7. *А.А. Рагимов, А.А. Еременко, Ю.В. Никифоров, "Трансфузиология в реаниматологии", Москва, 2005. ст 46-49, 545.*
8. *Samuel Antwi-Baffour, Jonathan Kofi Adjei, Felix Tsyawo, Ransford Kyeremeh, Felix Abekah Botchway, Mahmood Abdulai Seidu, "A study of the Change in Sodium and Potassium Ion Concentrations in Stored Blood and Their Effect on Electrolyte Balance of Recipients", BioMed Research International Journal, 2019, p 5.*
9. *Wallas CH. Sodium and Potassium Changes in Blood Bank Stored Human Erythrocytes. Transfusion. 1979;19(2):210–5.*
10. *World Health Organization. Global status report on blood safety and availability 2021.Diksha Rewal, Rajaram Sharma, Sambhav Lodha, Sanjay Prakash "Biochemical Changes in the Stored Whole blood Assessed at periodic intervals in CPDA-1 Anticoagulant containing Blood Bags: A study at the blood bank of tertiary care Hospital of Southern Rajasthan"; Asian J Pharm Clin Res, Vol 16, Issue 2, 2023, 113-115.*
11. *Clark BA, Brown RS. Potassium homeostasis and hyperkalemic syndromes. Endocrinol Metab Clin North Am. 1995;24(3):573–91.*
12. *Bailey DN, Bove JR. Chemical and hematological changes in stored CPD blood. Transfusion. 1975 May-Jun;15(3):244–9*
13. *Redlin M, Habazettl H, Schoenfeld H, Kukucka M, Boettcher W, Kuppe H, Salama A. Red blood cell storage duration is associated with various clinical outcomes in pediatric cardiac surgery. Transfus Med Hemother. 2014 Apr;41(2):146-51. doi: 10.1159/000357998. Epub 2014 Feb 17. PMID: 24847191; PMCID: PMC4025050.*
14. *Uchida K, Mizobata Y. Warning about potential incidents of critical hyperkalemia during massive transfusion protocol after the preservation period of red blood cell products was extended in Japan. Acute Medicine & Surgery. 2023 Jan;10(1):e882.*
15. *Chen J, Singhapricha T, Memarzadeh M, Ziman A, Yuan S, Hu KQ, Steadman RH, Busuttil RW, Xia VW. Storage age of transfused red blood cells during liver transplantation and its intraoperative and postoperative effects. World J Surg. 2012 Oct;36(10):2436-42. doi: 10.1007/s00268-012-1691-0. PMID: 22714578.*
16. *Ono T, Kitaguchi K, Takehara M, Shiiba M, Hayami K. Serum-constituents analyses: effect of duration and temperature of storage of clotted blood. Clin Chem. 1981 Jan;27(1):35-8. PMID: 7449120.*
17. *Uvizl R, Klementa B, Adamus M, Neiser J. Biochemical changes in the patient's plasma after red blood cell transfusion. Signa vitae: journal for intesive care and emergency medicine. 2011 Oct 1;6(2):64-71*
18. *Ng MS, Ng AS, Chan J, Tung JP, Fraser JF. Effects of packed red blood cell storage duration on post-transfusion clinical outcomes: a meta-analysis and systematic review. Intensive Care Med. 2015 Dec;41(12):2087-97. doi: 10.1007/s00134-015-4078-5. Epub 2015 Oct 5. PMID: 26438223.*

A study of some mineral levels in packed Red Blood Cell products in relation to storage time

Odonchimeg G [1], Tsatsralt-Od B[1], Erdenebayar N[2], Bayarmagnai L[3]

[1]Department of Physiology, School of Bio Medicine, MNUMS
[2]National Center of Transfusion Medicine of Mongolia
[3]School of Public Health, MNUMS
E-mail: odonchimeg7045@gmail.com, Tel: +976-88093194

Background: Since the beginning of the use of blood and blood products in the field of medicine, international researchers have conducted various studies on the changes in the microelements and biochemical compounds contained in it depending on the storage period, and then blood products have been prepared for some types of surgery and critical patients in the intensive care unit. Recommendations for use are made, but there is currently no research that determines the relationship between the storage time of the mineral levels contained in blood products in Mongolia**.**
Aim: To study the level of some minerals in blood and blood products in comparison with their storage time.
Materials and Methods: We conducted this observational research study on packed red blood cell products prepared from 20 donors who donated blood to the National Center for Transfusion Medicine of Mongolia from June 2022 to August 2022. In accordance with the standards of the NCTM for Anticoagulant "SAG-M", packed red blood cell products prepared from the blood of donors are stored in the refrigerator at $+2^0$C - $+6^0$C in the NCTM for sodium, chlorine, and potassium levels were determined on days 1-3, 7, 14, 21, 28, 35, and 42.
We received permission from the research ethics review committee of MNUMS.(protocol of the research ethics control committee of MNUMS). Also, the study was started after obtaining permission to use the packed red blood cells used in the study in accordance with internal regulations of the National Center for Transfusion Medicine of Mongolia within the framework of ethics.
Results: The mean sodium level on the first day was 144.4±4.4 mEq/L and decreased to 113.8±5.8 mEq/L on the 42nd day. The mean potassium level was 8.3±3.2 mEq/L on day 1, and the mean potassium level on day 42 increased to 50.9±5.4 mEq/L. The average chloride level on the first day was 107.9±5.3 mEq/L, which decreased to 97.5±2.4 mEq/L on the 42nd day. ($p < 0.001$)**.**
Discusion: Potassium is an intercellular cation and is the most important electrolyte needed to maintain the internal balance of the body and the resting membrane potential. The potassium level on the first day of storage was 8.3±3.2 mEq/L, and the potassium level on last day, the 42nd day, was 50.9±5.4 mEq/L. In our study, increased potassium level ($p<0.001$) was similar to the results of Verma.M et al. and Samuel.A et al. Prolonged shelf life of packed red blood cell is one cause of sudden hyperkaliema during massive transfusions.
Transfusion of packed red blood cells stored for more than 2 weeks in patients undergoing heart surgery significantly increases the risk of postoperative complications and reduces early and long-term survival. Also patients with impaired renal function and infants/newborns may require fresher packed red blood cell units or washed red cells.
Conclusions:

1. Determined the level of minerals such as sodium, potassium and chloride in packed red blood cell products. The mean potassium of the packed red cell products was higher than normal. Sodium and chlorine levels were below normal.
2. Although packed red blood cell products are stored under appropriate conditions, the level of potassium increases (p-<0.001), while level of sodium and chloride decreases (p-<0.001).

Keywords: Packed red blood cell products, Storage time, Hyperkalemia, Hyponatremia